



ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Учебное пособие

Кемерово 2020

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

***ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ***

Учебное пособие

Кемерово 2020

УДК 621.9.06(075.8)

Рецензенты:

Филиппов В. М. – кандидат технических наук, доцент, заместитель начальника управления – начальник отдела по нормативному обеспечению лицензионной и аккредитационной деятельности Омского государственного университета путей сообщения

Логов А. А. – кандидат технических наук, проректор по стратегическому развитию ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия»

Основы расчета и проектирования технологического оборудования : учеб. пособие / сост.: Н. А. Андреева ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2020. – 114 с. – ISBN 978-5-00137-128-1. – Текст : непосредственный.

В учебном пособии приведены сведения, необходимые для изучения дисциплины «Основы расчета и проектирования технологического оборудования». Предназначено для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Печатается по решению редакционно-издательского совета Кузбасского государственного технического университета имени Т. Ф. Горбачева.

УДК 621.9.06(075.8)

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2020

© Андреева Н. А.,
составление, 2020

ISBN 978-5-00137-128-1

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. УРОВНИ МЕХАНИЗАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ И АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	6
1.1. Основные понятия и определения по механизации работ	6
1.2. Определение уровней механизации работ	6
1.3. Основные аспекты механизации работ на АТП и АРП.....	10
1.4. Влияние уровней механизации на показатели деятельности предприятия	13
1.5. Перспективы повышения уровня механизации работ	15
2. ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПОТРЕБНОСТЬ В НЕМ АТП И АРП	16
2.1. Обобщенная характеристика и укрупненная классификация технологического оборудования	16
2.2. Типизация оборудования	18
2.3. Потребные и фактические номенклатура и объем производства технологического оборудования.....	20
2.4. Определение экономической эффективности внедрения средств механизации работ.....	20
3. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	21
3.1. Классификация технологического оборудования, используемого при техническом обслуживании, ремонте, хранении и заправке автомобилей	21
3.2. Технологическое оборудование для механизации технического обслуживания и ремонта по видам работ	22
3.3. Подъемно-транспортное оборудование. Оборудование для смазки, промывки и заправки автомобилей маслами, воздухом и рабочими жидкостями. Оборудование, приборы, приспособления и инструменты для разборно-сборочных и ремонтных работ	27
3.4. Контрольно-диагностическое оборудование. Оборудование для контроля, обслуживания и ремонта систем питания двигателей, электрооборудования. Шиномонтажное и шиноремонтное оборудование. Оборудование для кузовных, малярных, обойных, сварочных, кузнечных и медницких работ..	36
3.5. Основы конструирования технологического оборудования. Конструирование и расчет рабочих зон моечного оборудования. Расчет и конструирование струйных установок	43

3.6. Методы проектирования агрегатов, узлов технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Оборудование и приспособления для ремонта автомобилей. Классификация приспособлений	51
3.7. Установочные элементы приспособлений. Установка на плоскости, на установочные пальцы, на призмы, опоры самоустанавливающиеся	61
3.8. Зажимные устройства приспособлений. Назначение зажимных устройств. Винтовые зажимы и резьбовые прихваты. Эксцентрикосты зажимы	65
3.9. Клиновые зажимы, рычажные зажимы, центрирующие зажимные устройства	77
3.10. Мембранные патроны, реечно-рычажные зажимы. Механизмы-усилители	81
3.11. Методика расчета сил зажима. Зажимное устройство, предупреждающее смещение изделия от действия сил. Зажимное устройство, предотвращающее проворачивание изделия от действия момента. Расчетные формулы для определения сил зажима	84
3.12. Основы проектирования гидравлических, пневматических, механических, энергетических и электронных установок для технологического оборудования	92
3.13. Сборочные приспособления. Типы сборочных приспособлений. Элементы сборочных приспособлений. Специфика конструирования сборочных приспособлений. Приспособления для изменения положения собираемой сборочной единицы	96
3.14. Контрольные приспособления. Назначение и типы контрольных приспособлений. Основные элементы контрольных приспособлений	106
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ	111
ЛИТЕРАТУРА.....	112

ВВЕДЕНИЕ

В обеспечении эксплуатационной надежности автомобильного парка и сокращении расходов на его техническое содержание и эксплуатацию главная роль принадлежит технической службе автотранспортных (АТП) и авторемонтных предприятий (АРП).

Издержки на поддержание автомобильного парка в исправном состоянии значительны и в несколько раз превышают затраты на изготовление автомобилей.

За нормативный срок службы грузового автомобиля затрачивается примерно 85,5 % общей трудоемкости работ, на капитальный ремонт (КР) – 11 %, а на изготовление – примерно 3,5 %.

Одной из основных причин недостатков в работе производственных подразделений АТП и АРП является преобладание ручного труда при техническом обслуживании (ТО) и ремонте (Р) подвижного состава, наличие тяжелых, трудоемких операций и неблагоприятных условий работы исполнителей.

С одной стороны, это свидетельствует о недостаточно высокой эксплуатационной технологичности автомобилей, а с другой стороны – о малой эффективности производственных процессов АТП, недостаточной оснащенности их технологическим оборудованием.

Одной из наиболее важных задач повышения производительности и эффективности производства в условиях ресурсных ограничений, имеющихся на автомобильном транспорте, является совершенствование технологических процессов на основе применения современной и новой техники, т. е. осуществление мероприятий по механизации и автоматизации технологических процессов ТО и Р.

Механизация создает необходимые технические и экономические предпосылки для применения высокопроизводительных методов и совершенных технологий при выполнении работ по ТО и Р автомобилей на АТП и АРП, использования различных средств обустройства рабочих мест, обеспечивающих благоприятные санитарно-технические и безопасные условия труда, а также для применения современных систем управления производством.

В настоящее время уровень механизации производственных процессов на АТП и АРП сравнительно невысок и составляет от 15 до 50 % по различным видам работ.

1. УРОВНИ МЕХАНИЗАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ И АВТОРЕМОНТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1.1. Основные понятия и определения по механизации работ

Под *механизацией технологических процессов* понимается частичная или полная замена ручного труда человека машинным в той части технологического процесса, в которой происходит непосредственное изменение состояния, формы или качества изделий с сохранением участия человека в управлении машиной.

В зависимости от степени замены ручного труда различают следующие виды механизации (автоматизации) технологических процессов или их систем.

Частичную механизацию (автоматизацию), при которой предусматривается замена части затрат энергии людей затратами энергии неживой природы, исключая (включая) управление.

Полную механизацию (автоматизацию), при которой осуществляется полная замена затрат энергии людей затратами энергии неживой природы, исключая (включая) управление.

Единичную механизацию (автоматизацию), которая является частичной или полной механизацией (автоматизацией) одной первичной составной части технологического процесса или системы технологических процессов, исключая (включая) управление.

Комплексную механизацию (автоматизацию), которая может быть частичной или полной механизацией двух или более первичных составных частей технологического процесса или системы технологических процессов, исключая (включая) управление.

Автоматизация технологического процесса позволяет полностью исключить ручной труд, заменив его машинным, освободить рабочего от оперативного управления механизмами. В функции рабочего входит наблюдение за ходом технологического процесса, выполнение регулировочных работ, а также контроль за качеством.

1.2. Определение уровней механизации работ

Определение фактических уровней механизации (автоматизации) технологических процессов технического обслуживания и ремонта на АТП и АРП имеет большое значение, так как позволяет оценить их фактическое состояние, выявить долю ручного (в том

числе тяжелого и неквалифицированного) труда и оборудования с высоким удельным весом ручных приемов, определить наиболее эффективные направления механизации, разработать комплекс мероприятий по повышению уровней механизации. При этом важно проанализировать фактические уровни механизации не только по предприятию в целом, но и для отдельных его подразделений, зон, участков и служб.

Показателями, характеризующими технический уровень предприятия, являются:

- **степень охвата** основных и вспомогательных рабочих механизированным (автоматизированным) трудом;
- **уровень механизированного (автоматизированного) труда** в общих трудовых затратах;
- **уровень механизации (автоматизации)** производственных процессов.

1.2.1. Уровень механизации (автоматизации) по производственным участкам

Степень охвата основных и вспомогательных рабочих механизированным (автоматизированным) трудом

$$C = C_m + C_{mr}, \quad (1)$$

где C_m – степень охвата основных и вспомогательных рабочих механизированным трудом, %;

C_{mr} – степень охвата основных и вспомогательных рабочих механизированно-ручным трудом, %.

$$C_m = P_m \cdot 100 / (P_m + P_{mr} + P_r), \quad (2)$$

$$C_{mr} = P_{mr} \cdot 100 / (P_m + P_{mr} + P_r), \quad (3)$$

$$P = P_m + P_{mr} + P_r, \quad (4)$$

где P_m – число рабочих подразделения, выполняющих работу механизированным способом, чел.;

P_{mr} – число рабочих подразделения, выполняющих работу механизированно-ручным способом, чел.;

P_r – число рабочих подразделения, выполняющих работу ручным способом, чел.;

P – общее число рабочих производственного подразделения, чел.

При отнесении работ к тому или иному способу их выполнения следует руководствоваться следующим:

- **к механизированному способу** относят работы, выполняемые с помощью машин, механизмов, станков, аппаратуры, имеющих электрические, пневматические, гидравлические и другие приводы, а также работы по наблюдению и контролю за действием автоматов, механизмов и поточных линий;

- **к механизированно-ручному способу** – работы, выполняемые с помощью механизированного инструмента, имеющего различные приводы;

- **к ручному способу** – работы, выполняемые с помощью простейших орудий труда (гаечных ключей, ручной дрели, ручной электро- и газосварки и т. п.).

Уровень механизированного труда в общих трудовых затратах

$$У_{\text{м}} = У_{\text{мт}} + У_{\text{мр}}, \quad (5)$$

где $У_{\text{мт}}$ – уровень механизированного труда в общих трудовых затратах, %;

$У_{\text{мр}}$ – уровень механизированно-ручного труда в общих трудовых затратах, %.

$$У_{\text{мт}} = T_{\text{м}} \cdot 100 / (T_{\text{м}} + T_{\text{мр}} + T_{\text{р}}), \quad (6)$$

$$У_{\text{мр}} = T_{\text{мр}} \cdot 100 / (T_{\text{м}} + T_{\text{мр}} + T_{\text{р}}), \quad (7)$$

$$T = T_{\text{м}} + T_{\text{мр}} + T_{\text{р}}, \quad (8)$$

где $T_{\text{м}}$ – трудоемкость механизированного труда, чел.-ч;

$T_{\text{мр}}$ – трудоемкость механизированно-ручного труда, чел.-ч;

$T_{\text{р}}$ – трудоемкость ручного труда, чел.-ч;

T – общая трудоемкость, чел.-ч.

Для практического определения уровня механизированного и механизированно-ручных способов работ в общих трудовых затратах можно использовать выражения:

$$У_{\text{мт}} = P_{\text{м}} \cdot K \cdot 100 / P, \quad (9)$$

$$У_{\text{мр}} = P_{\text{мр}} \cdot И \cdot 100 / P, \quad (10)$$

где K – коэффициент механизации оборудования;

$И$ – коэффициент простейшей механизации.

Коэффициент механизации оборудования K выражает отношение времени механизированного труда рабочего к общим затра-

там времени на данном оборудовании или рабочем месте. Время механизированного труда включает основное (машинное) время и время, затраченное на выполнение вспомогательных приемов, выполняемых механизированным способом. Коэффициент механизации оборудования K меньше или равен единице и зависит от характера оборудования и его оснащённости.

Коэффициент простейшей механизации I выражает долю затрат механизированно-ручного труда в общих затратах рабочего времени.

Уровень механизированного труда в общих трудовых затратах, характеризующий фактическую долю механизированного труда, не учитывает производительности оборудования.

Уровень механизации (автоматизации) производственных процессов

$$U_{\Pi} = U_{\Pi\text{м}} + U_{\Pi\text{р}}, \quad (11)$$

где $U_{\Pi\text{м}}$ – уровень механизации производственных процессов при механизированном способе труда, %;

$U_{\Pi\text{р}}$ – уровень механизации производственных процессов при механизированно-ручном способе труда, %.

$$U_{\Pi\text{м}} = P_{\text{м}} \cdot K \cdot \Pi \cdot 100 / [P_{\text{м}} \cdot K \cdot \Pi + (1 - U_{\text{мт}} / 100)], \quad (12)$$

$$U_{\Pi\text{р}} = P_{\text{мр}} \cdot I \cdot \Pi \cdot 100 / [P_{\text{мр}} \cdot I \cdot \Pi + (1 - U_{\text{мр}} / 100)], \quad (13)$$

где Π – коэффициент производительности оборудования.

Коэффициент производительности оборудования Π выражает отношение затрат времени на выполнение операций или процесса вручную к затратам времени при применении данного оборудования. Он равен или больше 1.

1.2.2. Уровень механизации (автоматизации) по предприятию

Степень охвата основных и вспомогательных рабочих механизированным (автоматизированным) трудом

$$C = (P_{\text{м}} + P_{\text{мр}}) \cdot 100 / (P_{\text{м}} + P_{\text{мр}} + P_{\text{р}}), \quad (14)$$

где $P_{\text{м}}$ – число рабочих на предприятии, выполняющих работу механизированным способом;

$P_{\text{мр}}$ – число рабочих на предприятии, выполняющих работу механизированно-ручным способом;

P_p – число рабочих на предприятии, выполняющих работу ручным способом.

Уровень механизированного труда в общих трудовых затратах

$$Y_M = Y_{MT} + Y_{MP}, \quad (15)$$

$$Y_{MT} = (Y_{MT1} \cdot P_{M1} + Y_{MT2} \cdot P_{M2} + \dots + Y_{MTn} \cdot P_{Mn}) / P, \quad (16)$$

$$Y_{MP} = (Y_{MP1} \cdot P_{MP1} + Y_{MP2} \cdot P_{MP2} + \dots + Y_{MPn} \cdot P_{MPn}) / P, \quad (17)$$

где $Y_{MT1}, Y_{MT2}, \dots, Y_{MTn}$ – уровни механизированного труда в общих трудовых затратах по производственным участкам;

$Y_{MP1}, Y_{MP2}, \dots, Y_{MPn}$ – уровни механизированно-ручного труда в общих трудовых затратах по производственным участкам;

$P_{M1}, P_{M2}, \dots, P_{Mn}$ – число рабочих подразделений, выполняющих работу механизированным способом;

$P_{MP1}, P_{MP2}, \dots, P_{MPn}$ – число рабочих подразделений, выполняющих работу механизированно-ручным способом;

P – общее число рабочих на предприятии.

Уровень механизации (автоматизации) производственных процессов

$$Y_{II} = Y_{IIIM} + Y_{IIP}, \quad (18)$$

$$Y_{IIIM} = (Y_{IIIM1} \cdot P_{M1} + Y_{IIIM2} \cdot P_{M2} + \dots + Y_{IIIMn} \cdot P_{Mn}) / P, \quad (19)$$

$$Y_{IIP} = (Y_{IIP1} \cdot P_{MP1} + Y_{IIP2} \cdot P_{MP2} + \dots + Y_{IIPn} \cdot P_{MPn}) / P, \quad (20)$$

где $Y_{IIIM1}, Y_{IIIM2}, \dots, Y_{IIIMn}$ – уровни механизации производственных процессов по производственным участкам при механизированном способе труда;

$Y_{IIP1}, Y_{IIP2}, \dots, Y_{IIPn}$ – уровни механизации производственных процессов по производственным участкам при механизированно-ручном способе труда.

1.3. Основные аспекты механизации работ на АТП и АРП

При разработке мероприятий по механизации приходится учитывать многие факторы и условия, характеризующие общие положения и местные особенности производства ТО и текущего ремонта (ТР) на АТП и АРП.

К общим факторам относятся особенности работ, входящих в комплексы ТО и Р автомобилей, характеристика и эффективность

использования современного оборудования и специализированного инструмента, специализации рабочих постов и т. п.

Важнейшими особенностями процессов ТО и Р при рассмотрении их с позиций механизации являются следующие:

- большое число различных по назначению и способам выполнения операций и работ;
- исполнение большинства операций одним рабочим;
- перечень операций и их трудоемкость по каждому автомобилю индивидуальны, различаются они и при выполнении каждого последующего одноименного вида ТО одного и того же автомобиля;
- для проведения всего комплекса операций и работ ТО и Р на любом предприятии необходимо иметь значительный парк технологического оборудования и специализированного инструмента, большое число различных по устройству и специализации рабочих постов, рабочих различных профессий и квалификации. Многие, в том числе дорогостоящее оборудование, используется эпизодически, по мере возникновения необходимости его применения.

К особенностям местных условий производства, которые приходится учитывать при разработке мероприятий по механизации работ ТО и Р, относятся:

- имеющийся парк подвижного состава и его структура по типам и моделям автомобилей;
- действующая в рамках предприятия система организации, управления производством и технологии ТО и Р;
- имеющиеся производственные площади, планировки и размещение зон и участков, рабочих постов и мест;
- план перспективного развития предприятия и производства ТО и Р.

Исходя из этих особенностей, можно сформулировать следующие **положения** и **принципы**:

- механизация как неотъемлемая часть процесса ТО и Р осуществлена в разной степени на каждом предприятии, вопрос в том, насколько она совершенна и удовлетворяет современным требованиям производства, предусматриваемым перспективами его развития;
- механизация в ряде случаев не может ограничиваться только заменой ручного труда машинным, она должна осуществляться также с целью повышения качества работ, лучшего использования скрытых резервов производства. Замены морально устаревшего ма-

лопроизводительного оборудования более современным, экономного расходования сырья, материалов, энергии и т. д.;

- не все работы ТО и Р могут быть охвачены механизацией, в то же время замена ручного труда машинным не всегда влечет за собой значительный технико-экономический эффект;

- максимальная загрузка для некоторого технологического оборудования не является решающим фактором при оценке эффективности мероприятий по механизации работ;

- в зависимости от степени технической вооруженности, совершенства организации и технологии ТО и Р, а также планируемого развития производства механизация может осуществляться путем приобретения и установки недостающего оборудования, предусмотренного технологической документацией, или увеличением числа одноименного оборудования либо внедрения нового высокопроизводительного, способного заменить несколько образцов оборудования одинакового назначения;

- разработка и осуществление мероприятий по механизации ТО и Р представляет собой разноплановую, комплексную задачу, решение которой должно проводиться в тесной взаимосвязи с существующими на предприятии технологическими процессами, особенностями производства, имеющимися производственными площадями и планировками зон и участков, постов, наличным парком технологического оборудования, другими возможностями предприятия, перспективами его развития;

- содержание, задачи и конечные цели механизации устанавливаются на каждом предприятии индивидуально на основании определения потребностей в механизации. Потребности определяются в результате изучения процессов ТО и Р, анализа имеющихся недостатков. В зависимости от потребности мероприятия по механизации могут охватывать отдельные операции или их группы, виды работ или их комплексы, а при предполагаемом коренном изменении технологии, строительстве новых производственных корпусов – весь технологический процесс ТО и Р;

- при локальной механизации работ ТО и Р непременным условием должно быть гармоничное сочетание новых мероприятий с существующими на предприятии процессами;

- независимо от масштабов, задач и конечных результатов осуществляемой механизации каждому мероприятию должна быть дана оценка его технико-экономической эффективности;

- главными критериями оценки мероприятий по механизации работ вне зависимости от решаемых задач и конечных результатов могут быть следующие: *экономические* (при сокращении потребности в рабочих, материалах, энергии и др.), выражающиеся в финансовых единицах измерения, и *технические* (при повышении качества ТО и Р, безопасности работы, улучшения условий труда и др.), выражающиеся в соответствующих единицах измерения, например сокращении числа несчастных случаев, профессиональных заболеваний и др. Все технические критерии могут быть пересчитаны и переведены в экономические, но при разработке мероприятий, характеризующихся техническими критериями, экономический эффект не является первостепенным.

Названные принципы и правила можно принимать за исходные при разработке мероприятий по механизации работ на АТП и АРП.

1.4. Влияние уровней механизации на показатели деятельности предприятия

Перед началом проведения работ по механизации технологических процессов ТО и Р автомобилей особое значение имеет оценка конечных результатов механизации, т. е. ее влияние на показатели деятельности предприятия.

В 1980 году НИИАТом были проведены исследования влияния уровня механизации на такие показатели, как число ремонтных работ на 100 автомобилей, коэффициент технической готовности α_T парка автомобилей, коэффициент выпуска парка α_B , расход запасных частей и топливно-смазочных материалов. При этом уровень механизации оценивался приведенной стоимостью технологического оборудования на 100 автомобилей.

Для сравнительной оценки были обследованы 40 грузовых и 40 пассажирских АТП со списочным подвижным составом от 65 до 716 ед.

Результаты проведенного анализа приведены на рис. 1, 2, 3.

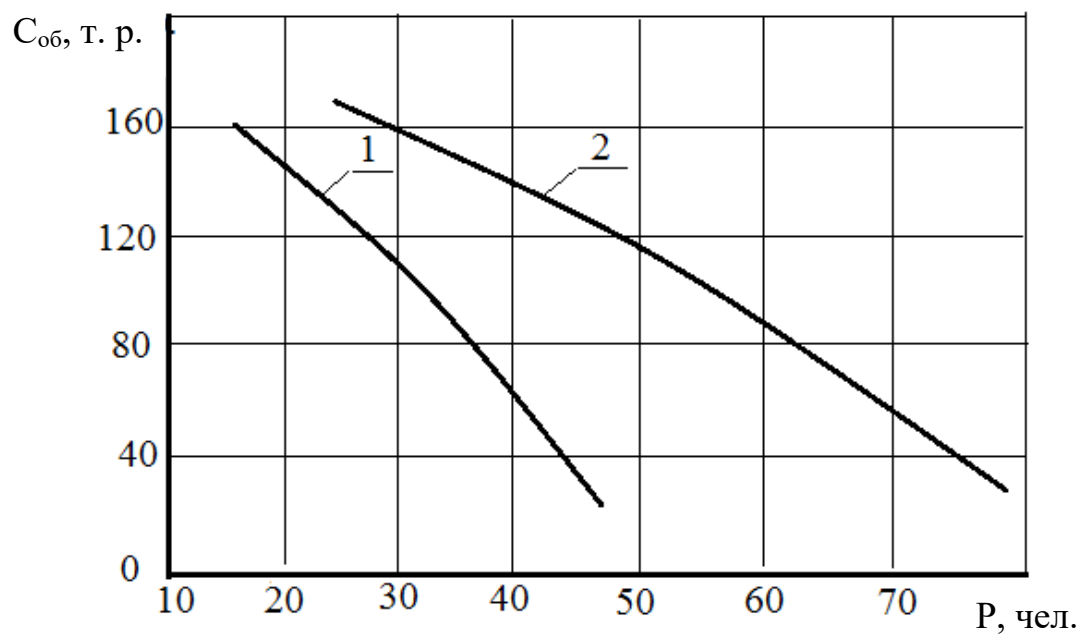


Рис. 1. Влияние уровня механизации на число ремонтных рабочих на 100 автомобилей (1 – грузовые АТП, 2 – пассажирские АТП)

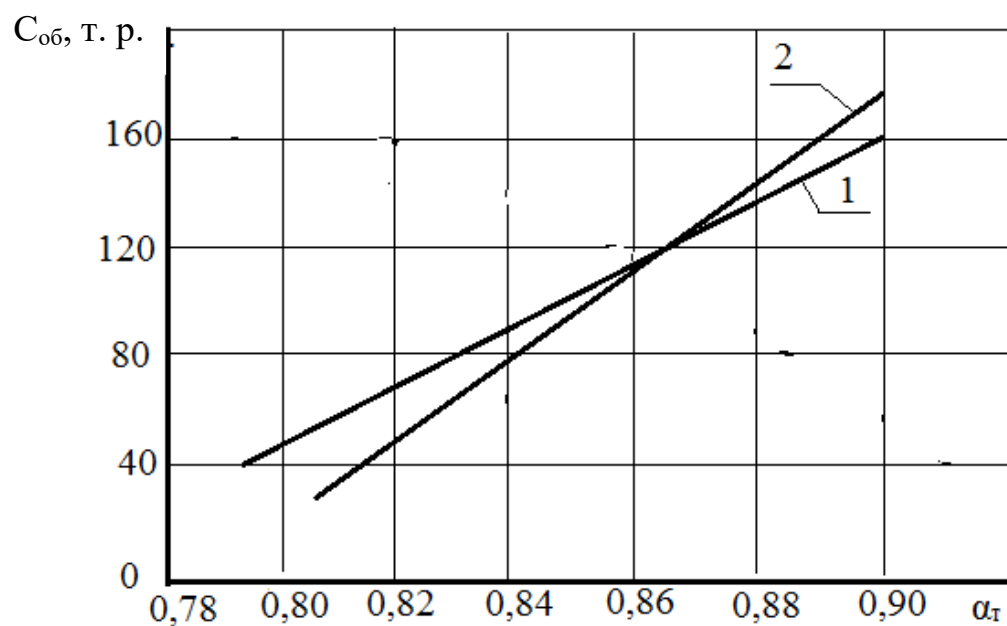


Рис. 2. Влияние уровня механизации на коэффициент технической готовности

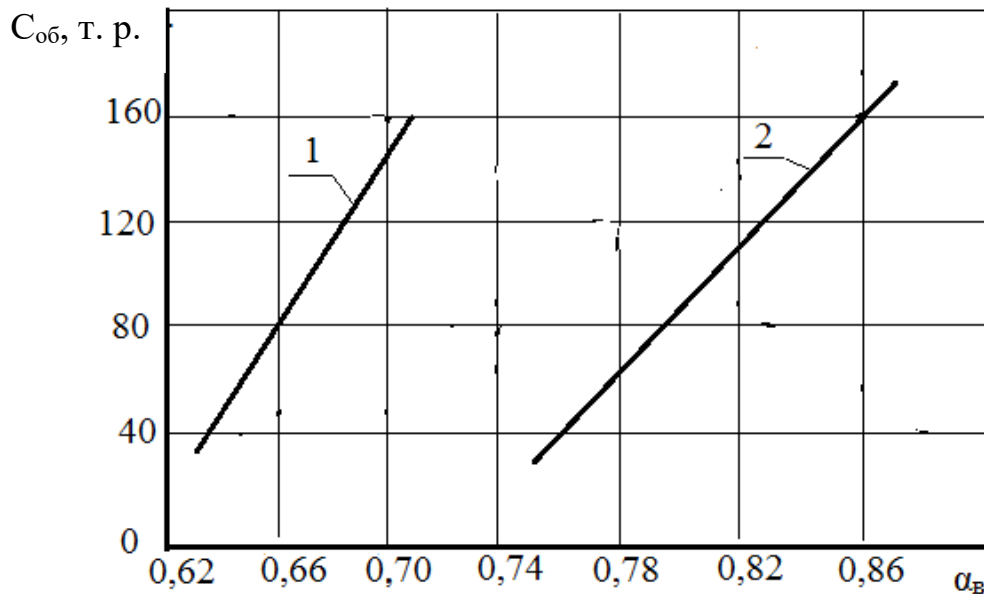


Рис. 3. Влияние уровня механизации на коэффициент выпуска

С ростом уровня механизации значительно уменьшается число ремонтных рабочих на 100 автомобилей, резко возрастают коэффициенты технической готовности и выпуска парка (за счет сокращения дней простоев в ремонте и ожидании ремонта).

В то же время не установлено сколько-нибудь значительного влияния уровня механизации на расход запасных частей и топливно-смазочных материалов.

1.5. Перспективы повышения уровня механизации работ

В настоящее время фактические уровни механизации технологических процессов ТО и Р на АТП и АРП недостаточно высоки и составляют порядка 20–30 %, что свидетельствует о значительных резервах роста уровня механизации.

Практическая нерешенность задачи осуществления комплексной механизации технологических процессов предопределяет высокую перспективность проведения работ в этом направлении.

Повышение уровня механизации АТП должно проводиться по следующим основным направлениям:

- расширение номенклатуры и увеличение объемов производства технологического оборудования до требуемых размеров с целью полного оснащения им АТП и АРП в соответствии с требованиями нормативных документов;

- создание систем (комплексов) оборудования, прежде всего таких, которые позволили бы осуществить наиболее полную механизацию технологических процессов ТО и Р;
- значительное улучшение качества и повышение технического уровня выпускаемого технологического оборудования;
- улучшение эксплуатационной технологичности выпускаемого автомобильного подвижного состава;
- усиление мер организационно-технического характера, направленных на более эффективное использование оборудования;
- улучшение использования технологического оборудования за счет повышения его загрузки, увеличения сменности работы, организация планово-предупредительного ТО и Р оборудования и централизованного ремонта наиболее сложных образцов оборудования;
- повсеместное внедрение средств малой механизации;
- разработка целевой комплексной программы технического перевооружения предприятий в области механизации ТО и Р.

Из изложенного ясно, что решение вопроса повышения уровня механизации ТО и Р является многоплановой задачей, решение которой дает огромный технико-экономический и социальный эффект.

2. ТИПИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ПОТРЕБНОСТЬ В НЕМ АТП И АРП

2.1. Обобщенная характеристика и укрупненная классификация технологического оборудования

Технологическое оборудование и специализированный инструмент, предназначенные для ТО и Р автомобилей, являются первоосновой механизации. Они определяют технический уровень производства и совершенство технологических процессов.

Разнообразие выполняемых функций и назначения технологического оборудования вызывает, с одной стороны, необходимость дифференцированного подхода к его применению при решении вопросов механизации на конкретном предприятии, а с другой – свидетельствует о необходимости иметь большой комплекс различных образцов оборудования и инструмента.

Нормативный перечень оборудования и инструмента для АТП различной мощности и типа установлен «Табелем технологического оборудования и специализированного инструмента для автотранспортных предприятий и баз централизованного технического обслуживания автомобилей Министерства автомобильного транспорта РСФСР». Перечень содержит более 300 наименований образцов.

От общей номенклатуры 15 % составляет оборудование, отличающееся от базовых образцов механизмами привода, видами потребляемой энергии и другими особенностями, что позволяет отобрать наиболее приемлемое для применения в местных производственных условиях оборудование.

На долю специализированного, предназначенного только для ТО и Р (моечное, диагностическое и др.), приходится 69 %; общетехнического, применяемого в различных отраслях (металлообрабатывающие станки, сварочное оборудование и др.), – 18 %; оборудования для оснащения постов и рабочих мест (стеллажи, верстаки и др.) – 13 %.

Анализируя оборудование по типам АТП (грузовые, пассажирские), можно видеть, что для каждого из них требуются различные комплексы оборудования, однако по числу наименований для каждого типа приходится примерно одинаковое количество оборудования: для грузовых около 70 % номенклатуры Табеля, легковых – 65 %, пассажирских – 70 %.

Стационарное оборудование составляет 49 %, передвижное – 18 % и переносное – 33 %.

По основным видам работ ТО и Р оборудование распределяется: для уборочно-моечных работ – 8 %, подъемно-транспортных – 14 %, смазочно-заправочных – 8 %, ремонтных и регулировочных по системе питания карбюраторных двигателей и дизелей – 13 %, электротехнических, аккумуляторных – 5 %, слесарно-механических – 5 %, кузовных, малярных, обойных – 7 %, монтажно-демонтажных – 15 %, сварочных, кузнечных, медницких, жестяницких – 8 %, контрольно-диагностических – 9 %, шиномонтажных, шиноремонтных – 8 %.

Большая часть оборудования используется не систематически, имеет неравномерную загрузку.

2.2. Типизация оборудования

Под *типизацией оборудования* подразумеваются его характеристики и группировка по критериям, в наибольшей степени оценивающих и выражающих его качество как средство механизации ТО и Р, отдельных работ, комплексов операций и т. д. Принципы типизации оборудования заключаются в определении этих критериев и оценке по ним образца.

Важнейшими *критериями* оценки оборудования могут быть следующие:

- укрупненное функциональное назначение;
- значение для технологии работ;
- значение для формирования и специализации рабочего места (поста);
- стоимость;
- занимаемая площадь;
- технологическая совместимость с другим оборудованием при выполнении заданных работ, операций (типизация по группам работ);
- пригодность для выполнения работ на автомобилях различных типов и моделей.

Под укрупненным функциональным назначением подразумевается обобщенная цель применения оборудования (для повышения производительности труда, качества выполнения операции и др.). По этому критерию оборудование подразделяется на группы следующим образом:

- оборудование, служащее для повышения производительности труда (гайковерты, конвейеры, установки для прокачки тормозных систем и замены тормозной жидкости, стенды для демонтажно-монтажных работ и др.) – 37 %;
- оборудование, повышающее качество выполнения работ (комплекты инструментов, компрессорные установки, ванны для проверки радиаторов, камер, сварочное, кузнечное оборудование, токарные, шлифовальные станки и др.) – 34 %;
- оборудование комбинированного назначения (моечные установки, диагностические комплексы и стенды и др.) – 13 %.

Оборудование в различной степени влияет на формирование технологии работ. Некоторые образцы оборудования полностью определяют технологию работ, другие оказывают влияние на

технологии выполнения отдельных операций или их комплексов, поэтому оборудование классифицируется по следующим группам:

- оборудование, определяющее технологию вида обслуживания или основных работ (моечные установки, конвейеры, диагностические комплексы и др.) – 8 %;
- оборудование, определяющее технологию работ поста (смазочное оборудование, стенды для проверки тормозов и др.) – 6 %;
- оборудование, влияющее на технологию выполнения отдельных операций или их комплексов (оборудование для ТО и ТР системы питания двигателя, электрооборудования, металлорежущие, деревообрабатывающие и др. станки) – 86 %.

К оборудованию, влияющему на формирование и специализацию постов ТО и ТР, относится главным образом базовое, определяющее конструкцию и оснащение рабочего мест:

- по работам ТО – моечные установки, сварочное оборудование, подъемники, диагностические стенды и др.;
- по работам ТР, выполняемым в зоне, – опрокидыватели, подъемники и др.;
- по работам ТР, выполняемым на участках, – электровулканизаторы, токарные станки, на которых производятся ежедневные работы и за которыми закрепляются исполнители.

Стоимость большинства образцов оборудования свидетельствует о том, что во многих случаях она не является лимитирующим фактором механизации операций. Более существенное влияние на механизацию оказывает возможность приобретения оборудования.

При ограниченных производственных площадях занимаемая образцом оборудования площадь может стать решающим фактором отказа от его приобретения.

Технологическая совместимость образца с другим оборудованием при выполнении заданных работ позволяет оценить возможности его удобного расположения на посту и использования при обслуживании или ремонте автомобиля. Этот критерий имеет большое значение для базового оборудования и комплектования образцов в соответствии с определенной специализацией поста или линии.

Типизация оборудования по критерию пригодности его для использования при ТО и ТР показала, что из общего перечня около 50 % образцов являются универсальными, т. е. пригодными для всех моделей и типов автомобилей. Оборудование, специализиро-

ванное по типам автомобилей, составляет для грузовых автомобилей 8 %, легковых – 11 %, автобусов – 5 %, комбинированного назначения – 26 %.

2.3. Потребные и фактические номенклатура и объем производства технологического оборудования

Уровень механизации технологических процессов ТО и ТР подвижного состава автомобильного транспорта на АТП зависит непосредственно от номенклатуры и количества выпускаемого технологического оборудования. Увеличение числа типов выпускаемого оборудования позволяет механизировать большее число операций ежедневного обслуживания (ЕО), ТО-1, ТО-2 и ТР. При этом номенклатура выпускаемого технологического оборудования должна обеспечивать:

- комплексную механизацию процессов ТО и ТР подвижного состава автомобильного транспорта при высоком качестве их выполнения;
- возможность применения любых сочетаний технологического оборудования на предприятиях различных типов и размеров, планировок зданий и т. д.;
- возможность применения передовых приемов труда, технологии и организации работ.

В настоящее время изготавливается широкий спектр технологического оборудования, но имеется необходимость расширения его номенклатуры, что диктуется усложнением конструкций автомобилей. Для качественного проведения ТО и Р автомобилей необходимо порядка 410 единиц технологического оборудования.

Фактическая оснащенность предприятий технологическим оборудованием составляет в настоящее время около 30 % от норматива. Это вызвано объективными причинами.

2.4. Определение экономической эффективности внедрения средств механизации работ

Повышение уровня механизации технологических процессов ТО и Р подвижного состава автомобильного транспорта не должно быть самоцелью. Его необходимость определяется прежде всего

экономической эффективностью, которая может быть рассчитана с большей или меньшей точностью. Методика определения экономической эффективности от внедрения новой техники изучается студентами в объеме экономических дисциплин.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1. Классификация технологического оборудования, используемого при техническом обслуживании, ремонте, хранении и заправке автомобилей

Для современных автопредприятий (АТП, АРП, СТО) промышленностью выпускается большое количество технологического оборудования, которое различается по конструктивному устройству и принципу действия.

В системе российского автотранспорта действует «Табель технологического оборудования». Технологическое оборудование, предназначенное для оснащения современного автопредприятия, можно разделить на две группы:

1) *специализированное технологическое оборудование* – используется непосредственно в технологических процессах, применяемых с целью поддержания подвижного состава в технически исправном состоянии;

2) *оборудование общего назначения (универсальное)* – используется не только на автопредприятиях, но и на других объектах народного хозяйства.

Специализированное технологическое оборудование можно разделить на шесть групп:

- 1) оборудование для уборочно-моечных работ;
- 2) подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное оборудование;
- 3) оборудование для смазки, промывки и заправки воздухом и рабочими жидкостями;
- 4) оборудование, приборы, приспособления и инструмент для выполнения монтажно-демонтажных работ, разборно-сборочных и ремонтных работ;
- 5) контрольно-диагностическое оборудование;
- 6) шиномонтажное и шиноремонтное оборудование.

Универсальное оборудование можно разделить на две группы:

1) технологическое оборудование для выполнения кузнечных, сварочных, медницких, аккумуляторных, электроремонтных, шиномонтажных, радиотехнических, деревообрабатывающих и прочих работ;

2) оборудование, используемое для эксплуатации инженерных сетей и сооружений.

3.2. Технологическое оборудование для механизации технического обслуживания и ремонта по видам работ

3.2.1. Оборудование для уборочно-моечных работ

Объем уборочно-моечных работ в общих трудозатратах приведен в табл. 1.

Таблица 1

Объем уборочно-моечных работ в общих трудозатратах, %

Тип автомобиля	Уборочные работы	Моечные работы
Грузовые	35	65
Легковые	45	45
Автобусы	65	35

Уборка автомобилей. При уборочных работах используют пылесосы переносного и стационарного типа.

Для уборки салонов легковых автомобилей применяют переносные пылесосы с электродвигателями мощностью 0,3–0,5 кВт.

Для уборки салонов автобусов, кузовов грузовых автомобилей и специализированных фургонов – стационарные пылесосы с электродвигателями мощностью 5–7 кВт.

Современная **мойка автомобилей** позволяет:

- снизить возможность возникновения коррозии;
- сохранить лакокрасочное покрытие;
- обеспечить высокое качество внешнего вида и удобство в пользовании автомобилем;
- обеспечить внешний осмотр агрегатов и деталей автомобиля при выполнении различных работ по ТО и Р;
- улучшить санитарно-гигиенические условия работы ремонтно-обслуживающего персонала;
- повысить производительность труда ремонтных рабочих.

Мойка автомобилей – один из наиболее трудоемких процессов ТО и Р. В настоящее время в нашей стране и за рубежом уделяется большое внимание сокращению трудоемкости моечных работ.

По функциональному назначению моечное оборудование подразделяется на моечные установки и моечные устройства.

Моечные установки – на установки для легковых, грузовых, грузовых автомобилей и автобусов.

По степени специализации оборудование подразделяется на универсальное, узкоспециализированное и специализированное.

По степени подвижности – установки стационарные и передвижные.

Моечные установки струйного типа бывают шланговые и механизированные.

Шланговые устройства состоят из насосной станции и распылительного устройства (пистолет с соплом). Они могут быть однопостовые и двухпостовые, стационарные и передвижные, гидравлические и водовоздушные (гидропневматические).

По конструкции механизированные моечные установки бывают четырех типов:

- струйные;
- щеточные;
- струйно-щеточные;
- высокого давления.

Оборудование этих установок состоит из двух частей: гидравлической и механической. В состав гидравлической части входит насосная станция, трубопроводы и сопла. Механическая часть состоит из электропривода (пневмопривода) и передаточных механизмов (коллектора).

Коллекторы осуществляют различные виды движений: поступательное, вращательное, качательное, параллельное, круговое, эллипсоидное, перекрещивающееся.

В механизированных щеточных установках имеются два блока: щеточный и струйный. Струйный блок выполняет вспомогательную функцию. Основную работу выполняют ротационные щетки.

Механизированные струйно-щеточные установки оснащаются как моющими активными соплами, так и ротационными щетками.

Струйные моечные установки применяются главным образом для мойки автомобилей со сложной конфигурацией (грузовых, самосвалов, седельных тягачей, специализированных).

К достоинствам этих установок следует отнести:

- универсальность;
- простоту конструкции;
- малую металлоемкость;
- компактность;
- отсутствие механического контакта с очищаемыми поверхностями автомобиля, что исключает возможность повреждения наружных зеркал заднего вида, антенн, стеклоочистителей, лакокрасочного покрытия и т. д.

К недостаткам:

- струя активно удаляет только те загрязнения, которые лежат в зоне прямого воздействия;
- конструкция струйных установок предусматривает использование насосов высокого давления и производительности, что создает неблагоприятные условия для использования синтетических моющих средств (СМС);
- низкая надежность (насадки диаметром 2 мм засоряются через 2 часа работы, диаметром 3 мм – через 6 часов, диаметром 4 мм – в течение 2 суток);
- большой расход воды на мойку одного автомобиля.

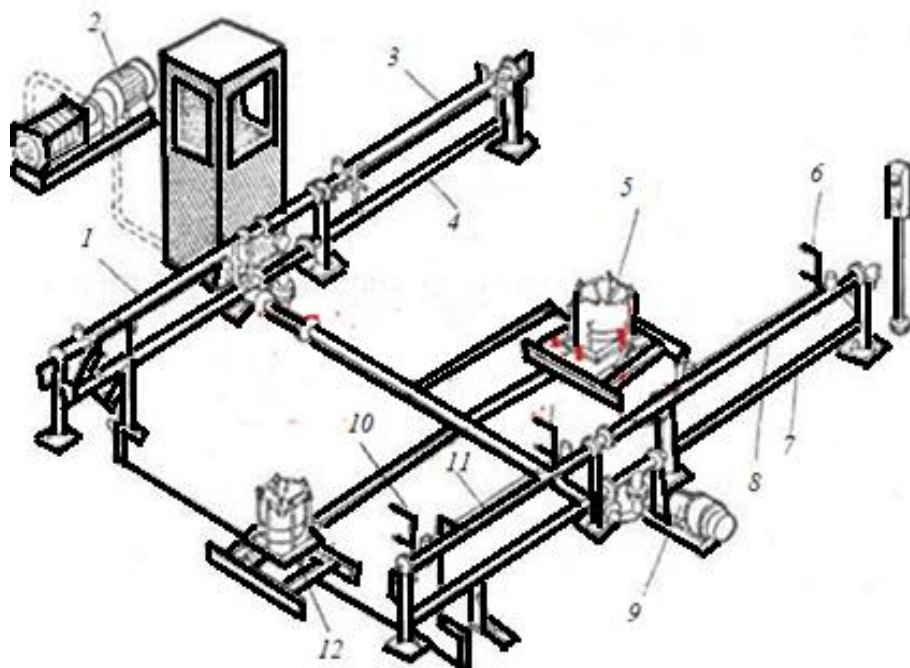


Рис. 4. Струйная установка для мойки грузовых автомобилей

Механизированная струйная установка для мойки грузовых автомобилей (рис. 4) состоит из трубчатых рам 7 и 4, четырех боковых качающихся трубчатых коллекторов 1, 3, 8, 11 и двух нижних качающихся коллекторов 5 и 12, в которые ввернуты шланги с сопловыми насадками. Вода к коллекторам поступает от насосной установки 2. Их привод осуществляется от электродвигателя 9. При этом нижние коллекторы, вращаясь вокруг собственной вертикальной оси, одновременно совершают качательные движения относительно горизонтальной оси, а рамки 6 и 10 боковых коллекторов качаются относительно вертикальных осей. В результате сложного движения сопловых насадок коллекторов создается большой разброс водяных струй, что обеспечивает высокую эффективность мойки.

Щеточные моечные установки применяются в основном для мойки легковых автомобилей.

Достоинства:

- улучшение качества мойки за счет механического воздействия вращающихся ротационных щеток на загрязненные поверхности;
- существенное сокращение времени мойки (в 2–3 раза по сравнению со струйными моечными установками);
- возможность использования СМС;
- уменьшение расхода воды.

Недостатки:

- сложность конструкции;
- возможность повреждения лакокрасочного покрытия и наружного оборудования автомобилей;
- меньшая универсальность.

На рис. 5 показана автоматическая поточная линия для мойки легковых автомобилей. Горизонтальная щетка в этой установке служит для обмыва облицовки радиатора, капота, ветрового и заднего стекол, крыши кузова и багажника автомобиля. Два блока вертикальных щеток предназначены для обмыва боковых, передней и задней вертикальных поверхностей. На линии предусмотрена установка для мойки дисков колес автомобиля, включающая по пять щеток с каждой стороны, которые имеют привод от электродвигателя через редуктор и цепные передачи.

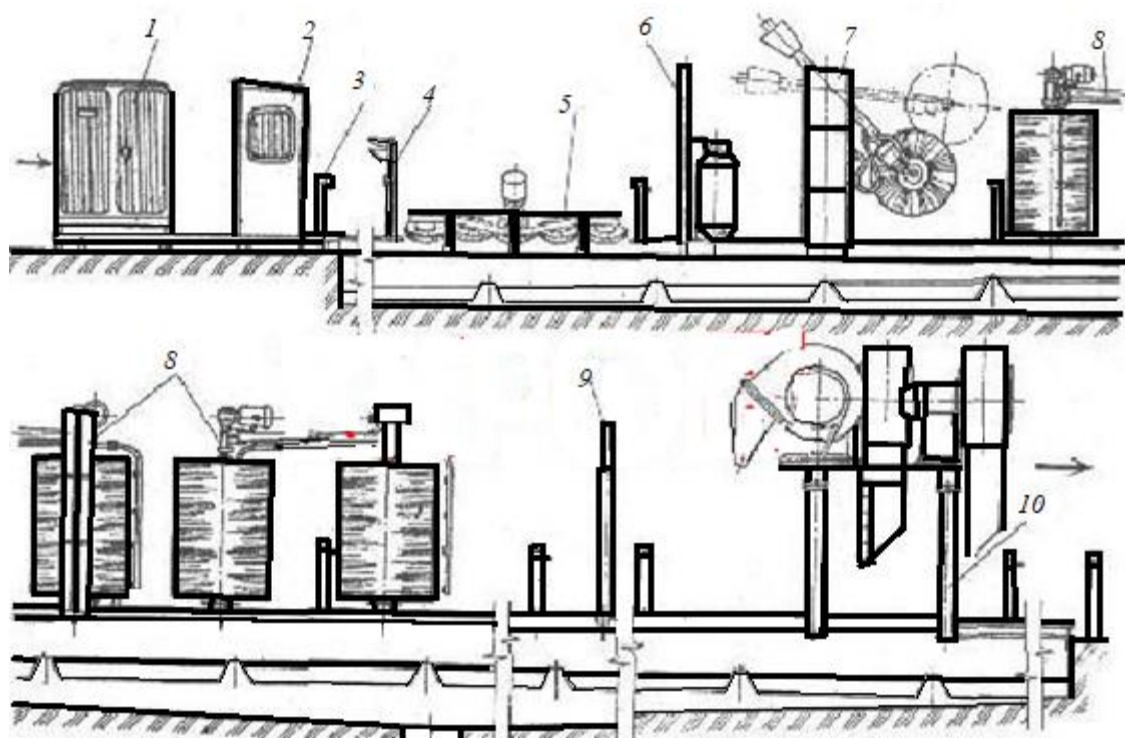


Рис. 5. Автоматическая поточная линия для мойки легковых автомобилей:
 1 – аппаратный шкаф; 2 – кабина оператора; 3 – командоконтролеры;
 4 – светофор; 5 – установка для механизированной мойки колес;
 6 и 9 – рамки ополаскивания; 7 и 8 – рамы вертикальной и горизонтальной щеток; 10 – установка для сушки автомобиля

Линия включает воздуходувную установку для сушки автомобиля после мойки. Легковые автомобили сушат обычно обдувом холодным воздухом. Центробежные вентиляторы нагнетают воздух в воздухораспределительные трубы со щелевыми диффузорами, направленными под определенным углом к обдуваемой поверхности и формирующими поток воздуха в виде веерообразных струй. Это обеспечивает высокую эффективность сушки.

Струйно-щеточные установки используются для мойки автобусов, автофургонов и автомобилей, имеющих обтекаемую конструкцию. Они обладают достоинствами и недостатками, присущими струйным и щеточным моечным установкам.

Автоматическая установка для мойки автобусов (рис. 6) имеет четыре спаренных вертикальных вращающихся щеточных барабана 3 и 5, укрепленных на поворотных рычагах, для мойки боковых поверхностей и один горизонтальный 2 для мойки крыши автобуса. Кроме того, имеются рамки для предварительного смачивания 1 и ополаскивания 4 кузова.

Щетки изготавливаются из капроновых нитей или другого синтетического материала. Конец нитей иногда разделяют в виде бахромы, что обеспечивает более эффективную мойку и сохранность окраски. Прижатие вертикальных щеточных барабанов к боковым поверхностям автобуса осуществляется с помощью пневматической системы 6. Вода на щетки и к соплам трубчатых рамок подается из водопроводной сети. В случае сильного загрязнения поверхностей предусмотрена подача к щеткам моющего раствора из бачка 7.

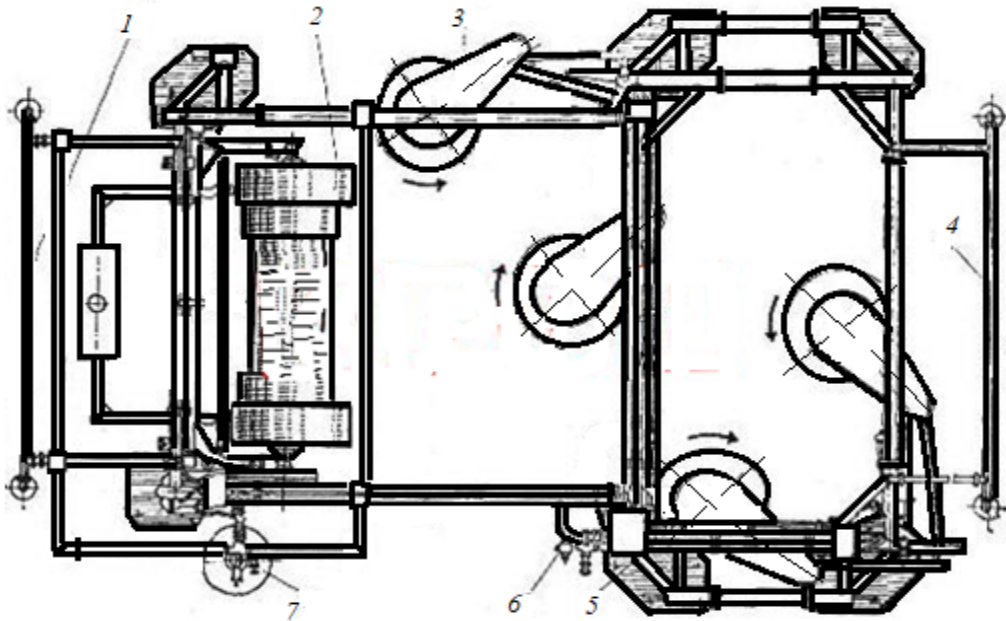


Рис. 6. Автоматическая установка для мойки автобусов (вид сверху)

Моечные установки высокого давления применяются как для мойки автомобилей всех типов, так и для расконсервации, мойки помещений, агрегатов и двигателей, снятых с подвижного состава.

Эффективность моечных установок зависит от давления, температуры, состава СМС и продолжительности операции.

3.3. Подъемно-транспортное оборудование. Оборудование для смазки, промывки и заправки автомобилей маслами, воздухом и рабочими жидкостями. Оборудование, приборы, приспособления и инструменты для разборно-сборочных и ремонтных работ

3.3.1. Подъемно-транспортное оборудование

Для осуществления подъема и транспортирования различных грузов при ТО и ТР используются различные передвижные краны, тележки, электротельферы, кран-балки.

Перемещение автомобилей с поста на пост при поточном методе обслуживания осуществляется с помощью *гаражных конвейеров*. Получили распространение конвейеры непрерывного (применяются при ЕО) и периодического действия (ЕО, ТО-1, ТО-2).

Конвейеры подразделяются также по способу передачи движения автомобилю на толкающие, несущие и тянущие. На рис. 7 показана схема толкающего гаражного конвейера. Принципиально его конструкция включает приводную 1 и натяжную 4 станции, тяговый орган (цепь, трос) 3 и направляющие пути 5. Приводная станция, предназначенная для приведения в движение тягового органа, состоит из электродвигателя, редуктора, клиноременной передачи и ведущей звездочки 6. Натяжная служит для регулирования натяжения тягового органа. Последний несет на себе толкающие каретки, перекатывающиеся на катках по направляющим путям. При этом толкатели, упираясь в передний или задний мост, в переднее или заднее колесо, передвигают автомобиль с поста на пост. Устанавливаются они шарнирно, и при прохождении над ними колеса или низкорасположенной части автомобиля могут наклоняться в сторону движения конвейера. В исходное (рабочее) положение толкатели возвращаются пружинами.

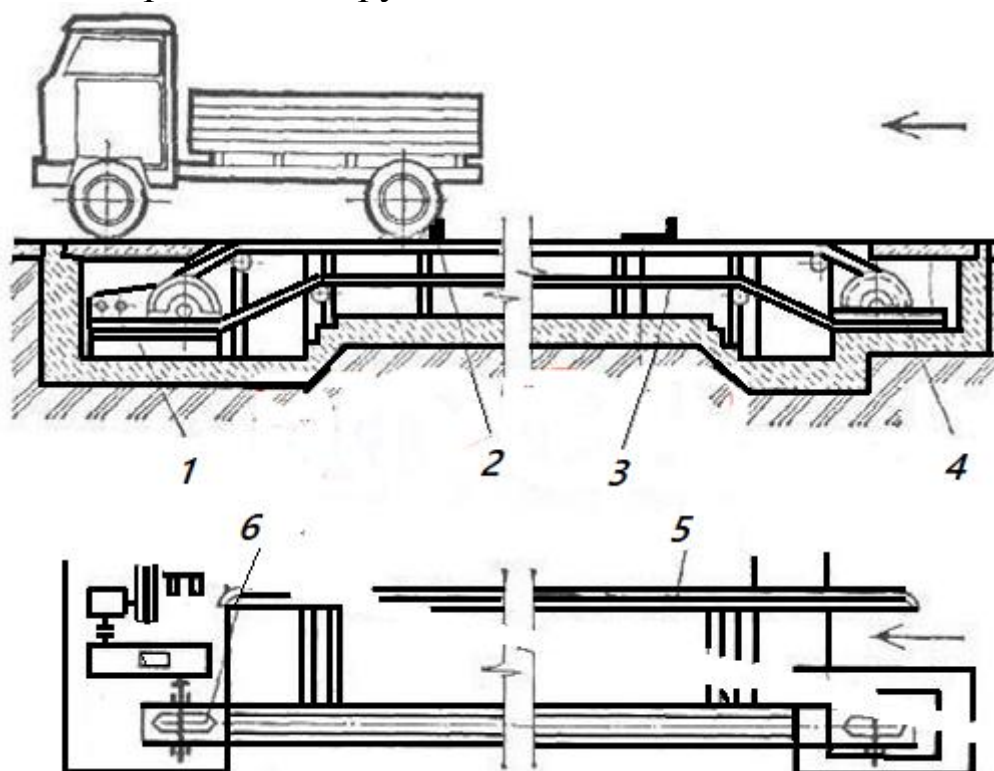


Рис. 7. Принципиальная схема конвейера толкающего типа:
 1 – приводная станция; 2 – толкающие тележки; 3 – цепь;
 4 – натяжная станция; 5 – направляющие пути; 6 – ведущая звездочка

Конвейеры толкающего типа обеспечивают скорость перемещения: для ЕО – 4,7–6,35 м/мин, для ТО-1, ТО-2 (периодического действия) – 9,25 м/мин.

Тяговый орган несущих конвейеров – бесконечная транспортирующая цепная лента, на которую автомобиль устанавливается колесами или опирается мостами, находясь в вывешенном состоянии. Несущие конвейеры могут быть одно- или двухветвевые, на последних автомобили могут устанавливаться поперек оси конвейера. Несущие конвейеры используются для поточных линий ЕО.

В тянущих конвейерах тяговым органом является бесконечная цепь, к которой автомобиль присоединяется буксирным захватом за передний буксирный крюк.

Эти конвейеры не получили широкого распространения из-за того, что буксирный захват на автомобиль необходимо устанавливать вручную.

Управление современными гаражными конвейерами, как правило, автоматизировано.

3.3.2. Подъемно-осмотровое оборудование для ТО автомобилей

Для выполнения работ ТО требуется доступ к автомобилю сверху, сбоку и снизу. Для автомобилей ЗИЛ, например, работы по ТО-1 и ТО-2 распределяются следующим образом: по 40–45 % снизу и сверху и 10–20 % сбоку. Исследованиями установлено, что расход энергии человеком в большой мере зависит от позы, в которой он находится во время работы. Так, при прямой стоячей позе расход энергии в 3 раза, а при работе стоя согнувшись в 14 раз больше энергии, расходуемой человеком при правильной сидячей позе. Работа сидя рациональна при условии, что физические усилия человека не превышают 50 Н; при больших усилиях, что имеет место, например при выполнении крепежных работ (200 Н и более), рациональной является работа стоя.

Для обеспечения наиболее рациональной позы рабочего при производстве работ ТО сверху и снизу автомобиля, а значит, для обеспечения высоких производительности труда, качества и безопасности работ, применяется подъемно-осмотровое оборудование.

На практике получили распространение следующие типы подъемно-осмотрового оборудования: осмотровые канавы, подъемники, эстакады, опрокидыватели и др.

Осмотровые каналы (рис. 8) – наиболее распространенное устройство, обеспечивающее возможность производства работ одновременно снизу, сверху, сбоку; ими оборудуются тупиковые и прямоточные посты и поточные линии ТО. Наибольшее распространение вследствие своей простоты и универсальности получили узкие межколейные каналы (рис. 9) со следующими размерами: ширина – 0,9–1,1 м; длина – не менее длины автомобиля, но не превышающая ее более чем на 0,8 м; глубина 1,4–1,5 м, а для грузовых автомобилей и автобусов 1,2–1,3 м. Однако они не очень удобны для производства работ.

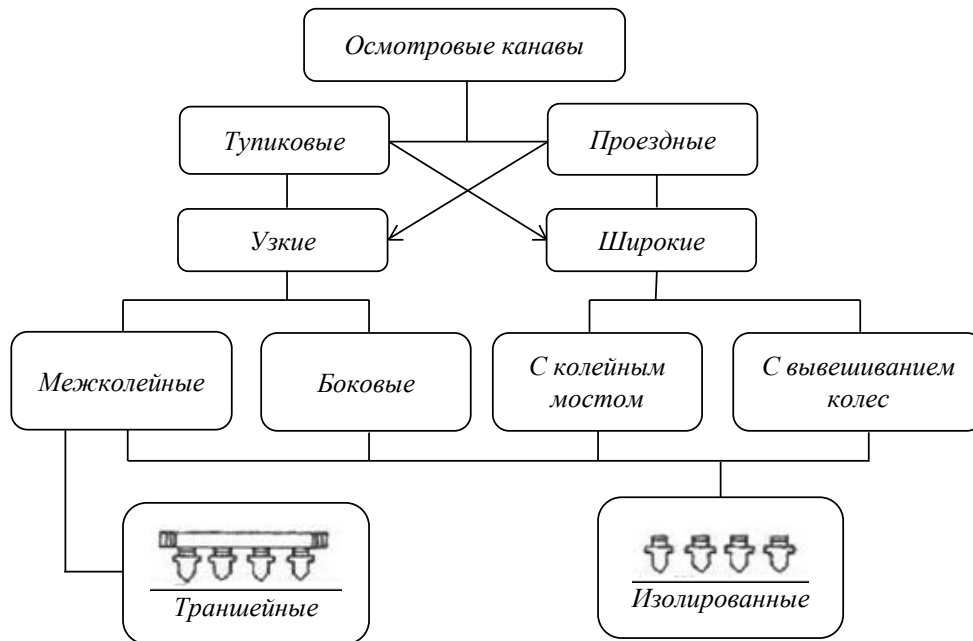


Рис. 8. Классификация осмотровых каналов

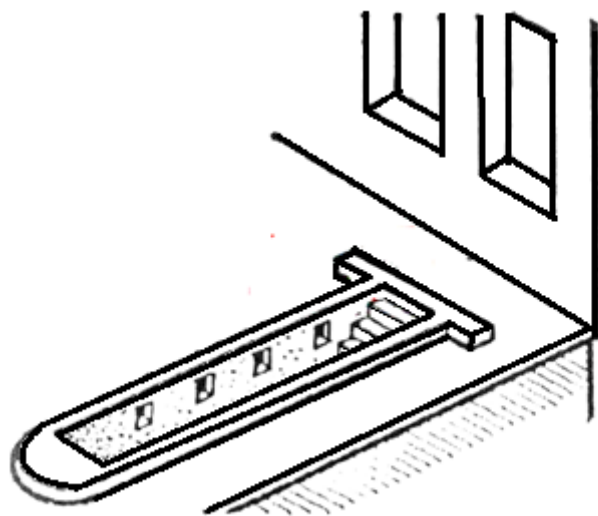


Рис. 9. Узкая межколейная осмотровая канава

Значительно большие удобства, особенно для работ снизу, обеспечивает широкая канава с колежным мостиком, которая для обеспечения возможности производства работ сбоку автомобиля оснащается съёмными трапами. Недостатком таких канав является то, что в них можно обслуживать только автомобили с примерно равной шириной колеи. Лишены этого минуса широкие канавы с вывешиванием автомобиля (на перемещающихся вдоль канавы по рельсам тележках под передний и задний мосты), однако они не получили распространения ввиду сложности их устройства, заезда на канаву и выезда с нее.

Наибольшие удобства в отношении обеспечения фронта работ при производстве ТО предоставляет комбинированная узкая осмотровая канава, оборудованная подъемным устройством (рис. 10).

Эстакада (рис. 11) представляет собой колежный мост, поднятый на 0,7–1,4 м над уровнем пола, с наклонными рампами для въезда и съезда автомобиля. Эстакады занимают много места, поэтому их применяют в основном в полевых условиях (передвижные) или в качестве вспомогательного оборудования на территории автотпредприятия.

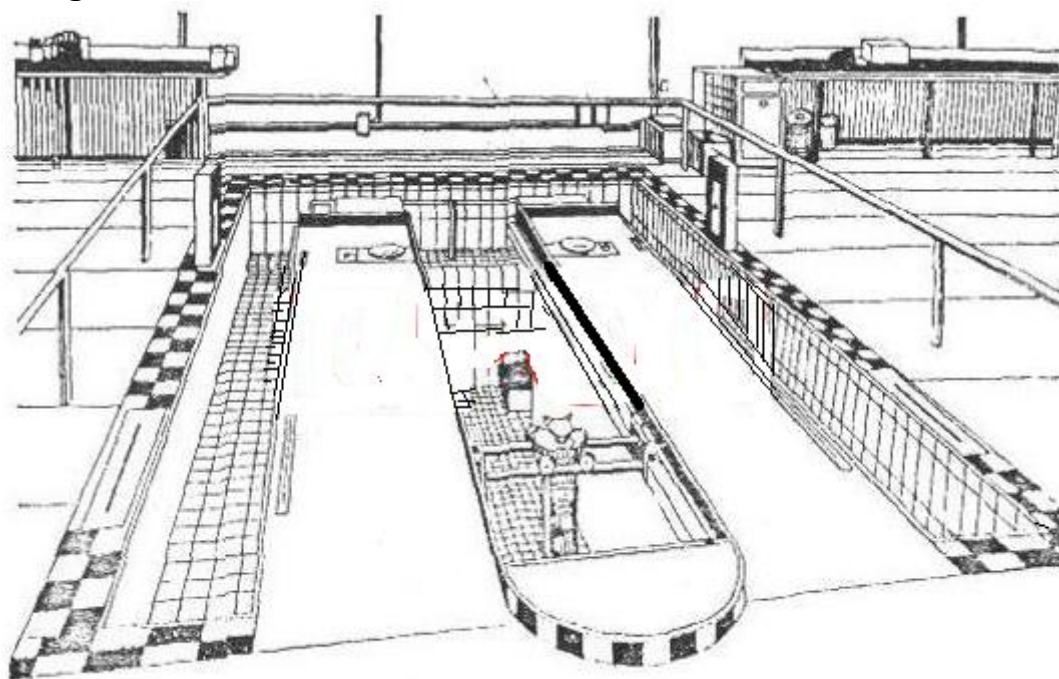


Рис. 10. Комбинированная осмотровая канава узкого типа с канавным гидравлическим подъемником

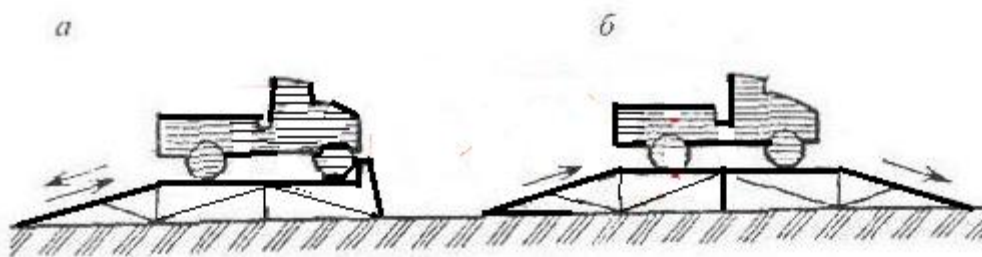


Рис. 11. Схемы эстакад: *а* – тупиковой; *б* – прямоточной

Подъемники, используемые при ТО, предназначены для подъема автомобиля над уровнем пола на удобную для производства работ высоту. Они могут быть стационарными и передвижными, напольными и канавными. По типу подъемного механизма различают подъемники механические и гидравлические, по роду привода – ручные и электрические, по конструкции опорного устройства – с колеиной, межколеиной и поперечной рамами, с опорными траверсами.

Стационарные напольные гидравлические подъемники могут быть одно-, двух-, трех- и многоплунжерные грузоподъемностью 2, 4, 8, 12 т и более.

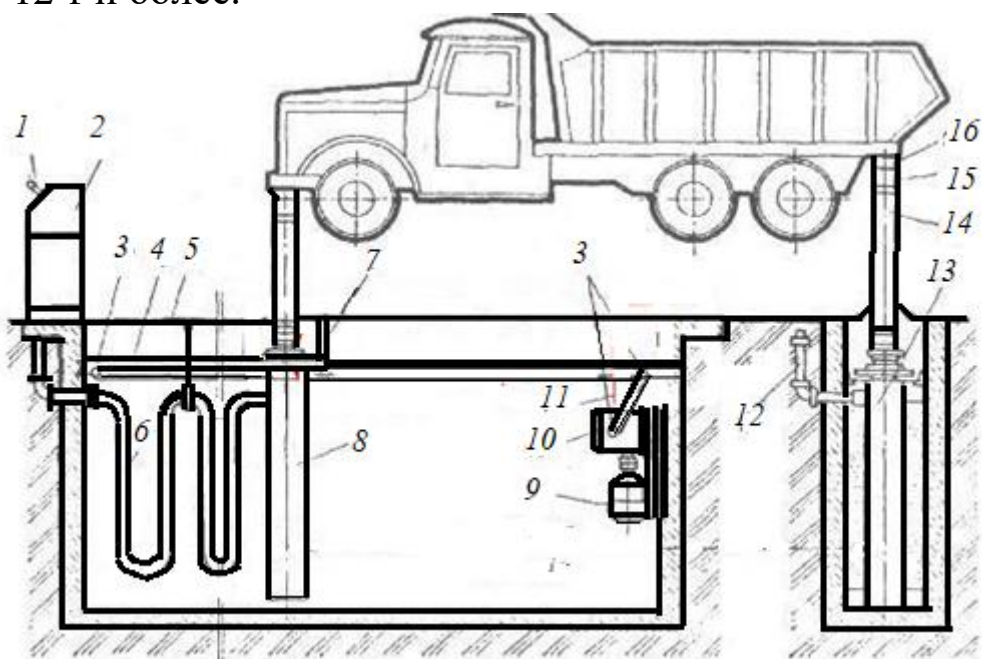


Рис. 12. Двухплунжерный электрогидравлический подъемник

На рис. 12 показан двухплунжерный электрогидравлический подъемник грузоподъемностью 16 т, предназначенный для обслуживания и ремонта грузовых автомобилей большой грузоподъемности. Из резервуара насосной станции 2 масло нагнетается по шлангу

6 и трубопроводу 12 в гидроцилиндры 8 и 13 и перемещает вверх их плунжеры 14, которые, упираясь через траверсы 15 и подхваты 16 в раму или оси автомобиля, осуществляют его подъем. Подвижный гидроцилиндр 8 с помощью каретки 7 перемещается по направляющим 4 вдоль траншеи, закрывающейся смещающимся настилом 5. Перемещение каретки осуществляется от электродвигателя 9 через редуктор 10 и цепную передачу 11, которая состоит из звездочек 3 и роликовой цепи. Наличие подвижного гидроцилиндра позволяет обслуживать на данном подъемнике автомобили с разной базой. Рукояткой 1 за счет изменения проходного сечения гидравлической системы можно регулировать скорость подъема плунжеров гидроцилиндров и обеспечивать синхронность их подъема.

Стационарные напольные электромеханические подъемники могут быть одно-, двух-, трех-, четырех- и шестистоечными грузоподъемностью 1,5–14 т и более. Привод их от электродвигателей осуществляется посредством винтовой, цепной, тросовой, карданной или рычажно-шарнирной силовых передач.

На рис. 13 представлен двухстоечный передвижной подъемник грузоподъемностью до 2 т, состоящий из двух стоек 2, крепящихся с помощью регулируемых подкосов 10 к стальным опорным полосам 15, и поперечины 1. В каждой стойке вмонтирован ходовой винт, по которому перемещается грузоподъемная гайка. К гайке крепится каретка с консолью 7 и поворотными балками 8 с подхватами 9 под кузов автомобиля. Подъемник обеспечивает высоту подъема 1,6 м, время полного подъема – 1,6 мин.

Преимущество напольных гидравлических и электромеханических подъемников перед осмотровыми канавами заключается в обеспечении больших удобств при выполнении работ по обслуживанию и ремонту автомобилей (работы выполняются с уровня пола помещения при достаточной естественной освещенности и свободе перемещения рабочих). Однако они имеют и существенный недостаток: нельзя одновременно выполнять работы сверху и снизу автомобиля. Этому недостатка лишены подъемники балконного типа, у которых вместе с колеиной рамой поднимается рабочая площадка (балкон), чем обеспечивается возможность проведения работ одновременно снизу и сверху.

Применяются также канавные подъемники, предназначенные для вывешивания мостов автомобиля, монтажа и демонтажа агрега-

тов трансмиссии при производстве работ на канавах. Такие подъемники могут быть гидравлическими (одно- и двухстоечными), стационарными и передвижными вдоль канавы.

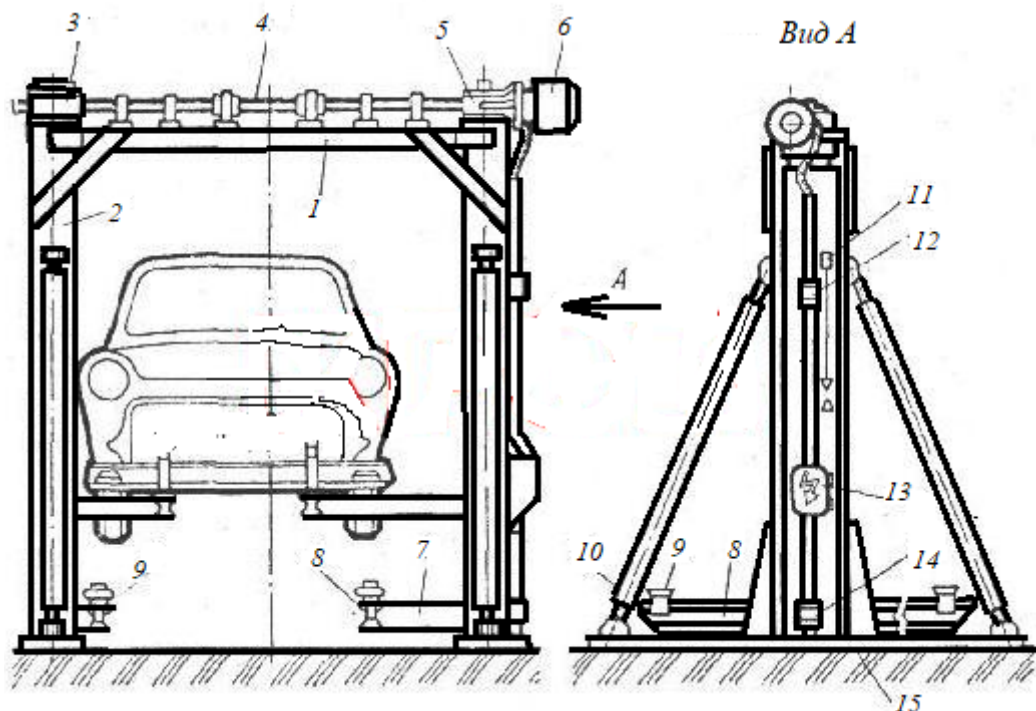


Рис. 13. Двухстоечный электромеханический подъемник для легковых автомобилей:

- 1 – поперечина; 2 – стойка; 3 и 5 – редукторы; 4 – карданная передача; 6 – электродвигатель; 7 – консоль каретки; 8 – поворотная балка; 9 – подхват; 10 – подкос; 11 – отвес; 12 и 14 – концевые выключатели; 13 – кнопочная станция; 15 – опорная полоса

3.3.3. Заправочно-смазочное оборудование

Комплекс смазочно-заправочных работ включает в себя:

- заправку моторными маслами;
- заправку трансмиссионными маслами;
- сбор отработанных масел;
- смазку пресс-масленками отдельных узлов консистентными смазками;
- промывку системы смазки двигателя;
- заправку тормозных систем рабочей жидкостью;
- заправку системы охлаждения охлаждающей жидкостью;
- приготовление и подачу сжатого воздуха;
- нанесение антикоррозионных покрытий на нижние поверхности автомобиля.

Оборудование каждого образца имеет общие конструктивные элементы: насос, резервуар, приборы (манометры, расходомеры), раздаточные устройства (пистолет, сопла). Поэтому это оборудование можно объединить в группы:

- маслораздаточные установки для моторного масла;
- маслораздаточные установки для трансмиссионного масла;
- колонки маслораздаточные;
- баки маслораздаточные;
- смазочные установки;
- нагнетатели;
- колонки воздухораздаточные;
- баки для заправки тормозной жидкостью и охлаждающей жидкостью.

Классификация смазочно-заправочного оборудования приведена на рис. 14.



Рис. 14. Классификация смазочно-заправочного оборудования

3.4. Контрольно-диагностическое оборудование. Оборудование для контроля, обслуживания и ремонта систем питания двигателей, электрооборудования. Шиномонтажное и шиноремонтное оборудование. Оборудование для кузовных, малярных, обойных, сварочных, кузнечных и медницких работ

3.4.1. Классификация средств технического диагностирования (СТД)

Используемое при диагностировании контрольно-диагностическое оборудование позволяет обнаруживать скрытые дефекты автомобилей с количественной оценкой параметров, и при этом нет необходимости разбирать механизм или агрегат.

Диагностическое оборудование имеет очень широкую номенклатуру по диагностическим параметрам. Их можно объединить в определенные группы по следующим признакам.

1. По функциональному назначению:
 - комплексные;
 - углубленные.
2. По принципиальному конструктивному исполнению:
 - внешние (находятся отдельно от автомобиля);
 - бортовые (имеются на автомобиле).
3. По степени подвижности:
 - стационарные;
 - передвижные;
 - переносные.
4. По степени автоматизации выходных операций:
 - автоматические;
 - полуавтоматические;
 - автоматизированные (с ручным или ножным управлением);
 - комбинированные.
5. По виду энергии носителя сигналов:
 - электрические;
 - магнитные;
 - электромагнитные;
 - пневматические;
 - гидравлические;
 - комбинированные.

б. По виду источника энергии:

- работающие от электроэнергии;
- работающие от сжатого воздуха;
- работающие от вакуума;
- работающие от движущихся или вращающихся масс;
- комбинированные.

3.4.1.1. Классификация и общая техническая характеристика стендов для измерения тягово-экономических характеристик автомобилей

Основными характеристиками стендов тяговых качеств являются:

- способ нагружения;
- вид измеряемых диагностических параметров;
- назначение стенда по типу диагностируемого автомобиля;
- тип тормозного устройства;
- тип опорно-приводного устройства.

По способу нагружения стенды подразделяются на:

- инерционные;
- силовые;
- комбинированные (инерционно-силовые).

В *инерционных стендах* используется инерционная система автомобиль-стенд для снятия параметров при скоростном режиме диагностирования. При нагрузочном режиме диагностирования стенды снабжаются нагрузочными тормозными устройствами. В инерционных стендах в качестве маховых масс используется масса барабанов стенда и специальные маховики, соединенные с барабанами с помощью редуктора.

В *силовых стендах* используется фрикционное тормозное устройство (гидравлический тормоз, электродвигатель переменного или постоянного тока, электродинамический тормоз). Независимо от конструктивного исполнения все тормозные устройства имеют ротор, соединенный с барабаном, и статор, который крепится балансируемо.

В зависимости от типа нагрузочного устройства и конструктивного исполнения стенды тяговых качеств позволяют измерять полностью или частично следующие диагностические параметры:

- скорость автомобиля;
- колесную мощность;
- крутящий момент (тяговая сила на колесах);
- время разгона (время выбега);
- частоту вращения коленчатого вала двигателя;
- расход топлива;
- мощность механических потерь в трансмиссии.

По типу диагностируемых автомобилей различают стенды:

- для легковых автомобилей;
- для грузовых автомобилей;
- универсальные.

По типу опорно-приводных устройств стенды тяговых качеств подразделяются на:

- однобарабанные устройства;
- двухбарабанные устройства под каждое колесо ведущей оси;
- двухбарабанные устройства под колеса ведущей оси;
- трех- и четырехбарабанные устройства для автомобилей с двумя и более ведущими осями.

Стенды тяговые однобарабанные применяются редко по причине неустойчивого положения ведущих колес автомобиля при значительных скоростных режимах.

Наиболее распространенными являются **стенды с двухбарабанным** устройством под каждое ведущее колесо автомобиля.

Опорно-приводное устройство снабжается тормозами и подъемниками, расположенными между барабанами. Это обеспечивает безопасный съезд автомобиля со стенда.

Тормозные стенды предназначены для диагностирования следующих неисправностей:

- суммарная тормозная сила ниже допустимой величины;
- увеличенный тормозной ход педали тормоза;
- увеличенные зазоры в механизмах тормозной системы;
- замасливание тормозных накладок;
- неравномерность тормозного усилия на колесах одной оси.

Параметры диагностирования подразделяются на две группы:

- 1) интегральные параметры общего диагностирования;
- 2) дополнительные (частные) параметры поэлементного диагностирования.

Диагностические параметры первой группы:

- тормозной путь автомобиля и колеса;
- отклонение от коридора движения;
- замедление автомобиля и колеса (установившаяся тормозная сила);
- удельная тормозная сила;
- уклон дороги;
- коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси;
- осевой коэффициент распределения тормозной силы;
- время срабатывания тормозного привода (время растормаживания);
- давление и скорость его изменения в контурах тормозного привода.

Диагностические параметры второй группы:

- полный и свободный ход педали;
- уровень тормозной жидкости в бачке;
- сила сопротивления вращению растормаживаемого колеса;
- путь замедления выбега колеса;
- овальность и толщина стенки тормозного барабана;
- деформация стенок тормозного барабана;
- толщина накладок тормозных колодок;
- ход штока тормозного цилиндра;
- зазор в фрикционной паре барабан – колодки, диск – колодки;
- давление в приводе, при котором колодки касаются барабана или диска.

3.4.1.2. Классификация средств технического диагностирования тормозов (СТДТ)

СТДТ могут быть классифицированы по следующим признакам:

- по использованию сил сцепления колеса с опорной поверхностью (рис. 15);
- по месту установки;
- по способу нагружения;
- по режиму движения колеса;
- по конструкции опорного устройства.

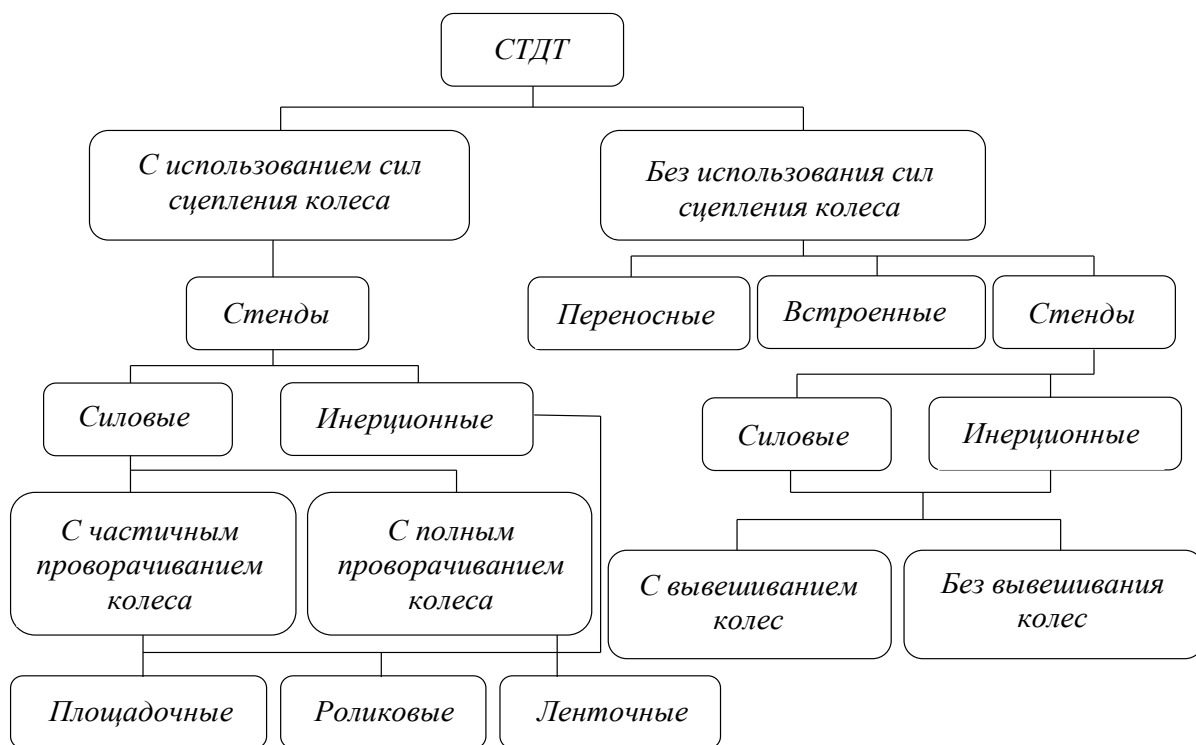


Рис. 15. Классификация СТДТ

В стендах первой группы развиваемый тормозной момент ограничен силой сцепления колеса с опорной поверхностью стенда. Поэтому в большинстве из них невозможно реализовать полный тормозной момент автомобиля.

В стендах второй группы тормозной момент непосредственно передается через колеса или ступицу. Эта группа не нашла широкого применения из-за сложности конструкции и нетехнологичности проведения испытаний.

В силовых платформенных (площадочных) стендах колеса автомобиля неподвижны, поэтому при нажатии на тормозную педаль изменяется лишь усилие сдвига (срыва) заблокированных колес с места.

Платформенные подвижные стенды имеют подвижные площадки для заезда и торможения автомобиля.

Такие устройства имеют ряд недостатков:

- потребность в территории разгона автомобиля;
- снижение уровня безопасности работ;
- недостаточная точность и достоверность диагностической информации.

Инерционные ленточные стенды воспроизводят дорожные условия взаимодействия шины с опорной поверхностью.

Недостатки:

- значительные габариты;
- не обеспечивают достаточной устойчивости автомобиля при диагностировании.

Конструктивные недостатки:

- проскальзывание ленты;
- большие механические потери в парах трения.

Стенды с роликовыми опорными устройствами. Силовые роликовые стенды позволяют определять тормозные силы каждого колеса при задаваемом усилии нажатия на педаль, время срабатывания тормозного привода. Также они позволяют оценивать состояние рабочих поверхностей тормозных накладок барабана или дисков, эллипсность барабанов.

Инерционные роликовые стенды. На них измеряют тормозной путь по каждому колесу, время срабатывания тормозного привода, замедление (максимальное либо по каждому колесу в отдельности).

Переносные СТДТ применяют для диагностирования тормозов в стесненных условиях, а также с целью локализации неисправностей и углубленного диагностирования.

Суть метода работы этих устройств заключается в том, что колеса автомобиля принудительно раскручивают и, когда скорость вращения достигает заданного значения, срабатывает устройство нажатия на тормозную педаль. Происходит торможение колеса, в процессе которого регистрируется время срабатывания тормозного привода, время нарастания замедления при установившемся значении тормозной силы. Приведение результатов диагностирования тормозов к реальным условиям осуществляется через приводные коэффициенты для тормозного пути и замедления.

В состав любого роликового стенда входят 2 части (рис. 16):

- 1) опорно-приводное устройство (ОПУ);
- 2) измерительное устройство (ИУ).

Этот стенд предназначен для легковых и малотоннажных грузовых автомобилей. Опорно-приводное устройство выполнено в виде двух независимых блоков. Это позволяет удобно разместить их на смотровой канаве, не загромождая ее и, при этом, обеспечить свободный доступ к точкам регулирования тормозных механизмов.

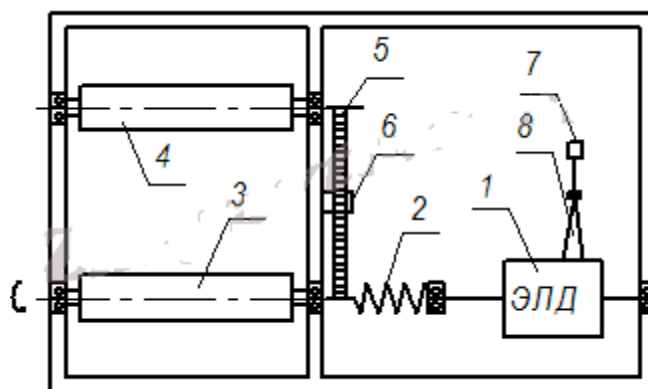


Рис. 16. Роликовый стенд:

- 1 – мотор-редуктор; 2 – муфта соединительная; 3, 4 – ролики;
 5 – цепная передача; 6 – натяжное устройство;
 7 – датчик измерения усилия; 8 – рычаг

Работа стенда. Реактивный момент корпуса мотора-редуктора при торможении через рычаг 8 воспринимается силоизмерительным датчиком 7, далее сигнал с выхода датчика преобразовывается и подается на соответствующий индикатор. Крутящий момент с выходного вала мотора-редуктора передается на ведущий ролик и через цепную передачу – на ведомый. Для измерения усилия на тормозной педали в комплекте стенда имеется силоизмерительное устройство – педометр.

Работа педометра. При нажатии на педаль тормоза в полости корпуса создается давление пропорциональное приложенной силе. Для регистрации максимальной силы нажатия на педаль используется дополнительная стрелка, которая перемещается вместе с основной.

Площадочные (платформенные) инерционные стенды

Площадочный инерционный стенд (рис. 17) предназначен для общего экспресс-диагностирования тормозных систем автомобиля. Он состоит из четырех подвижных платформ с рифленой поверхностью, на которые автомобиль наезжает колесами со скоростью 6–12 км/ч, останавливаясь при резком торможении. Под влиянием возникающих при этом сил инерции автомобиля и сил трения между шинами и поверхностью площадок происходит перемещение платформы, пропорциональное тормозной силе. Перемещение платформы воспринимается датчиком, который передает сигнал на измерительный пульт. Датчик может быть жидкостный, механический или электрический.

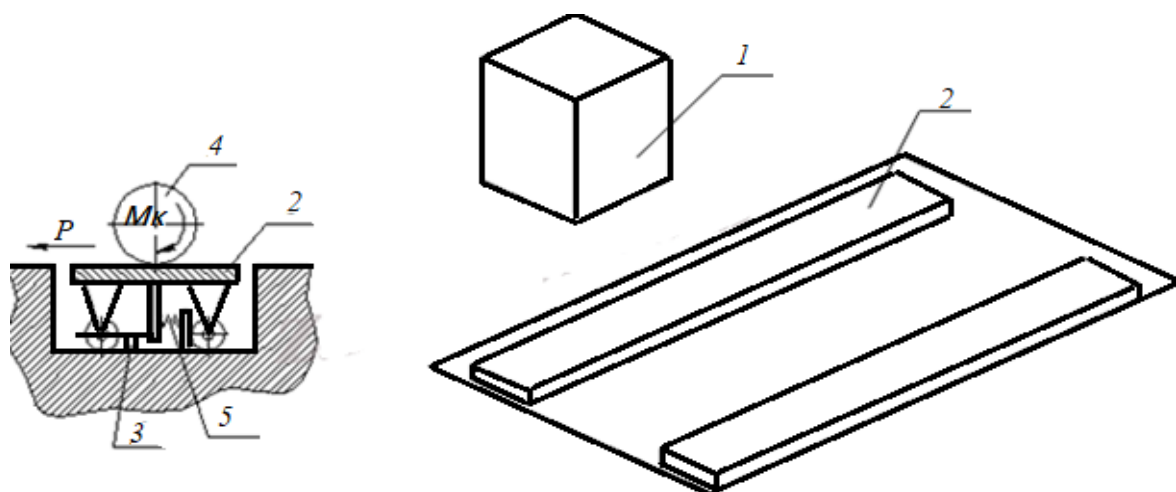


Рис. 17. Площадочный инерционный стенд:
 1 – измерительный пульт; 2 – платформа; 3 – датчик измерения;
 4 – колесо автомобиля; 5 – возвратная пружина

3.5. Основы конструирования технологического оборудования. Конструирование и расчет рабочих зон моечного оборудования. Расчет и конструирование струйных установок

3.5.1. Основы конструирования технологического оборудования

Разработка конструкторской документации на изделие представляет собою сложный многостадийный процесс постепенного совершенствования технического решения до такого уровня, когда показатели изготовленного по разработанной документации изделия будут полностью отвечать или превосходить требования, изложенные в техническом задании, и соответствовать высшим достижениям науки и техники.

Последовательность разработки конструкторской документации установлена ГОСТ 2.103-2013 и включает пять стадий. Первые три относятся к разработке проектной документации: технического предложения, эскизного проекта, технического проекта. Другие два содержат разработку рабочей документации опытного образца и серийного производства.

Многостадийность разработки конструкторской документации обусловлена сложностью создания новой техники, а также важностью исключения ошибок. Ошибка, допущенная на любой из стадий разработки изделия и особенно на первоначальной, может привести к значительным непроизводительным затратам сил, времени и средств.

Техническое предложение разрабатывается в том случае, если необходимо выявить дополнительные или уточнить имеющиеся в техническом задании требования. Оно содержит сравнительную оценку различных вариантов технических решений, иногда с предварительной конструкторской разработкой их.

Эскизный проект содержит принципиальные (конструктивные, схемные и т. д.) решения разрабатываемого изделия, позволяющие составить общее представление об его устройстве и принципе действия. Проект может содержать несколько вариантов технических решений с сравнением их по показателям качества.

Технический проект документально отображает окончательное техническое решение разрабатываемого изделия. Он должен содержать все необходимые данные, позволяющие получить полное представление о конструкции разрабатываемого изделия, оценить его соответствие требованиям технического задания.

Именно на этих трех стадиях выполняются расчеты и закладывается все новое, что в дальнейшем обеспечит разрабатываемому изделию конкурентоспособность с другими изделиями аналогичного назначения. На стадиях выполнения проектных работ должны быть оформлены заявки на новые технические решения, которые могут составить предмет изобретения.

Рабочая конструкторская документация опытного образца предназначена для изготовления по ней опытного образца и испытания его. В процессе испытаний необходимо стремиться к созданию экстремальных условий, которые могут встретиться при эксплуатации изделия в производственных условиях. Испытания проводят в два этапа: предварительные и окончательные. После каждого этапа производится корректировка конструкторской документации по результатам изготовления и испытания опытного образца. При необходимости производится доработка или новое изготовление опытного образца.

Рабочая конструкторская документация серийного производства предназначена для выпуска по ней товарной продукции.

3.5.2. Конструирование и расчет рабочих зон очистного оборудования

Конструирование и расчет рабочих зон очистного оборудования выполняют в следующей последовательности.

1. Определяют плановую часовую производительность оборудования

$$W_o = (K_H \cdot \sum m) / (\Phi_H \cdot z \cdot \eta_o), \quad (21)$$

где K_H – коэффициент неравномерности загрузки оборудования;

$\sum m$ – суммарная масса изделий, подлежащих очистке, т/год;

Φ_H – номинальный фонд времени работы оборудования в течение года, ч;

z – число смен работы оборудования;

η_o – коэффициент учета простоя оборудования в ремонте и на обслуживании.

При расчете размера рабочей зоны моечной установки $\sum m$ – масса автомобиля.

2. Решают вопрос о способе подачи изделий в рабочую зону:

- с помощью конвейеров различных конструкций;
- с помощью кран-балок, мостовых кранов, монорельсов и т. д.;
- ручная загрузка и выгрузка.

3. Определяют количество условных объектов очистки, которые находятся в рабочей зоне одновременно

$$N = (W_o \cdot T_o) / (K_T \cdot m_y), \quad (22)$$

где T_o – время, необходимое для осуществления процесса мойки условного объекта, ч;

K_T – коэффициент неравномерности загрузки тары (принимается в пределах 0,75–1,0 и уточняется в ходе проектирования);

m_y – масса условного объекта очистки, т.

4. Определяют объем рабочей зоны

$$V_o = N (l + pl) (h + qh) (b + zb), \quad (23)$$

где l, h, b – габаритные размеры условного объекта очистки;

q, z – коэффициенты, учитывающие увеличение объема рабочей зоны за счет зазоров между объектами очистки и элементами ограждения;

p – коэффициент шага, определяющий расстояние между условными объектами очистки, зависящий от конструкции транспортных устройств и конфигурации трассы движения очищаемых объектов в рабочей зоне и вне ее.

3.5.3. Расчет и конструирование струйных моечных установок

Природа удаления загрязнений с помощью струй заключается в механическом разрушении слоя загрязнения, его адгезионных связей с очищаемой поверхностью за счет удара движущейся жидкости о преграду.

Сила удара (гидродинамическое давление) на расстоянии x от насадка

$$P_x = m \cdot v_x \cdot \sin \alpha = \rho_x \cdot \omega_x \cdot v_x^2 \cdot \sin \alpha, \quad (24)$$

где m – секундная подача жидкости, кг/с;

v_x – средняя скорость жидкости при встрече с очищаемой поверхностью;

ρ_x – плотность жидкости в аэрированной струе на расстоянии x от насадка, кг/м³;

ω_x – живое сечение набегающей струи, м²;

α – угол встречи струи с очищаемой поверхностью, град.

Загрязнения удаляются струей с очищаемой поверхности в том случае, если сила удара струи превысит хотя бы одну из прочностных адгезионно-когезионных характеристик, таких как прочность на сжатие, изгиб, сдвиг, сила адгезии и др.

Из уравнения видно, что сила удара струи имеет линейную зависимость от секундной подачи жидкости через насадок и пропорциональна квадрату скорости потока.

Начальная скорость потока струи по уравнению Бернулли

$$v_H = \varphi \sqrt{2gH_H}, \quad (25)$$

где φ – коэффициент скорости, зависящий от формы отверстия и типа насадка и изменяющийся от 0,475 до 0,980 (табл. 2);

H_H – напор перед насадком, м;

g – ускорение силы тяжести, м/с².

В конструкциях струйных моечных установок, использующих насосы с давлением 0,45–2,5 МПа, скорость потока жидкости при выходе из насадка принимают равной 25–50 м/с.

Расход жидкости через насадки (подача насоса) определяется соотношением

$$Q = f \cdot n \cdot \omega_H \cdot \mu \cdot \sqrt{2gH_H} = f \cdot n \cdot \mu \cdot \left(\pi d_H^2 / 4 \right) \cdot \sqrt{2gH_H}, \quad (26)$$

где f – коэффициент запаса (1,1–1,3);

n – число насадков;

ω_n – площадь живого сечения насадка, м²;

μ – коэффициент расхода жидкости (табл. 2);

d_n – диаметр насадка, м.

Анализируя приведенные выше формулы, нетрудно заметить, что при неизменном значении подачи жидкости путем уменьшения диаметра насадка можно увеличить скорость истечения струи и тем самым повысить силу удара, т. е. теоретически выгоднее иметь насадок малого диаметра. Однако диаметр насадка для установок низкого и среднего давлений выполняют в пределах 3,5–8 мм, т. к. насадки меньшего диаметра быстро засоряются. Кроме того, тонкая струя обладает малой устойчивостью при полете в воздухе и быстро распадается.

Большое значение имеют правильный выбор и выполнение насадка, поскольку именно насадок преобразует потенциальную энергию напора жидкости в кинетическую энергию струи. Предпочтительнее применение насадков коноидального профиля, однако из-за трудоемкости его практического выполнения чаще применяют конические или цилиндрические. Методами порошковой металлургии изготавливают коноидальные насадки из силицированного графита АФ-3Т. В табл. 2 приведены типы и характеристики насадков.

Свободная струя, изливающаяся в воздушную среду и не встречающаяся на своем пути преграду, постепенно теряет свою ударную силу. Принято выделять 4 участка течения струи.

I – компактный, длина которого равна приблизительно 5 диаметрам насадка, а скорость жидкости на этом участке равна скорости жидкости в насадке.

II – участок перехода, длиной примерно 8 диаметров насадка, а скорость жидкости по оси потока равна скорости выхода из насадка.

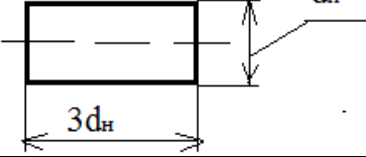
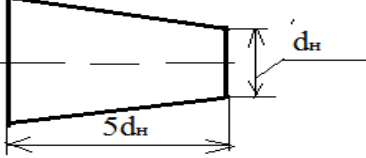
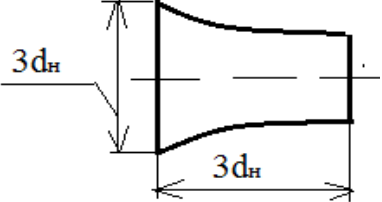
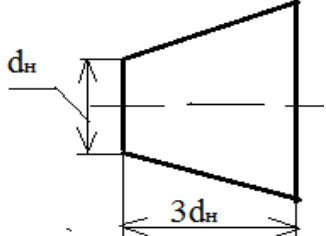
III – участок установившегося потока – основной участок струи. На этом участке происходит постепенное расширение струи, ее аэрация, длина приблизительно 100–450 диаметров насадка.

IV – конечный участок, скорость струи падает до 0,3 м/с и струя распадается.

В моечных установках «рабочим» является III участок.

Таблица 2

Типы и характеристики насадков

Тип насадка	Профиль сечения насадка	Коэффициент расхода μ	Коэффициент скорости φ
Цилиндрический		0,820	0,820
Конический, сходящийся под углом 13°23'		0,940	0,963
Коноидальный		0,980	0,980
Конический, расходящийся под углом 5–7°		0,450	0,775

Средняя плотность жидкости на этом участке изменяется в зависимости

$$\rho_x / \rho_n = k, \quad (27)$$

где ρ_x – плотность жидкости на расстоянии x от насадка, кг/м³;
 ρ_n – плотность жидкости при выходе из насадка, кг/м³ (для воды $\rho_n \approx 1000$ кг/м³);
 k – коэффициент, зависящий от соотношения x / d_n .

Для насадков диаметром от 3 до 10 мм x / d_n подчиняется эмпирической зависимости

$$x / d_n = 278,5 - 2,1 \cdot 10^{-4} \cdot Re, \quad (28)$$

где Re – число Рейнольдса.

$$Re = v_n \cdot d_n / \nu, \quad (29)$$

где ν – кинематическая вязкость воды, м²/с.

В момент встречи струи с поверхностью образуется зона, в которой возникают нормальные к поверхности силы. При угле встречи струи с поверхностью $\alpha = 90^\circ$ зона нормальных давлений на удалении $100d_H$ составляет $\approx 4d_H^2$ (рис. 18). Затем жидкость изменяет направление движения, растекается по поверхности, образуя зону бурного потока, в которой напряжения являются касательными. Размер зоны действия касательных напряжений определяется эмпирическим выражением

$$R_\delta = 0,56d_H \cdot Re^{0,4} \cdot Fr^{-0,02} (x / d_H)^{-0,03}, \quad (30)$$

где Fr – число Фруда.

$$Fr = v_H^2 / (h \cdot g), \quad (31)$$

где h – глубина потока в зоне растекания, м.

Определяется из условия неразрывности потока и сохранения общей массы струи до удара о поверхность и в зоне касательных сил радиуса R_δ .

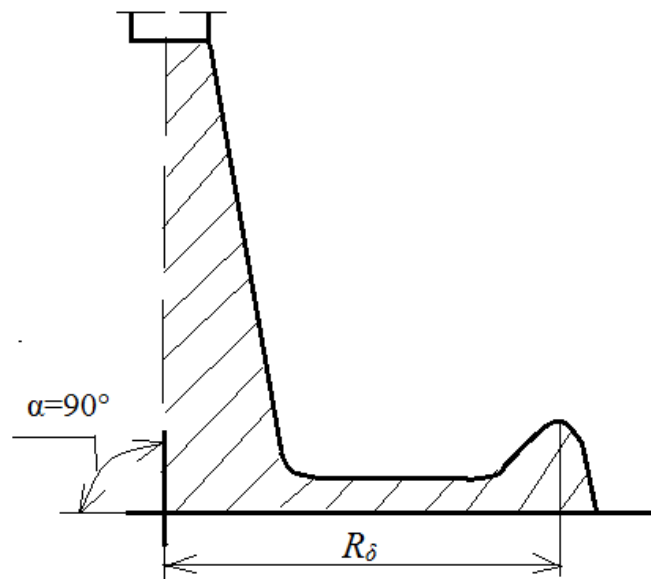


Рис. 18. Сечение струи жидкости

Фактически зоной касательных напряжений и ограничивается зона интенсификации очистки гидравлическими струями. Далее жидкость произвольными потоками стекает с очищаемой поверхности.

Следовательно, необходимо стремиться к тому, чтобы устройство интенсификации процесса очистки с помощью гидравлических струй обеспечивало такое воздействие, при котором как можно большая часть очищаемых поверхностей одновременно или последовательно попала в зону касательных напряжений.

Чтобы избежать установки большого количества насадков, гидранты рекомендуется выполнять качающимися, передвижными или вращающимися, а сам объект очистки перемещают относительно гидрантов.

Во всех случаях, конструируя струйную моечную установку, предварительно рассчитывают размеры зоны касательных напряжений и графически отображают последовательность охвата очищаемых поверхностей этими зонами (рис. 19). Перекрывание площадей соседних зон должно быть в пределах 0,25–0,3 их радиуса. Особое внимание необходимо обращать на наличие сосредоточенной подачи струи на диски колес, днище кузова, внутренние поверхности крыльев и другие места, в которых аккумулируется основная часть пылегрязевых отложений.

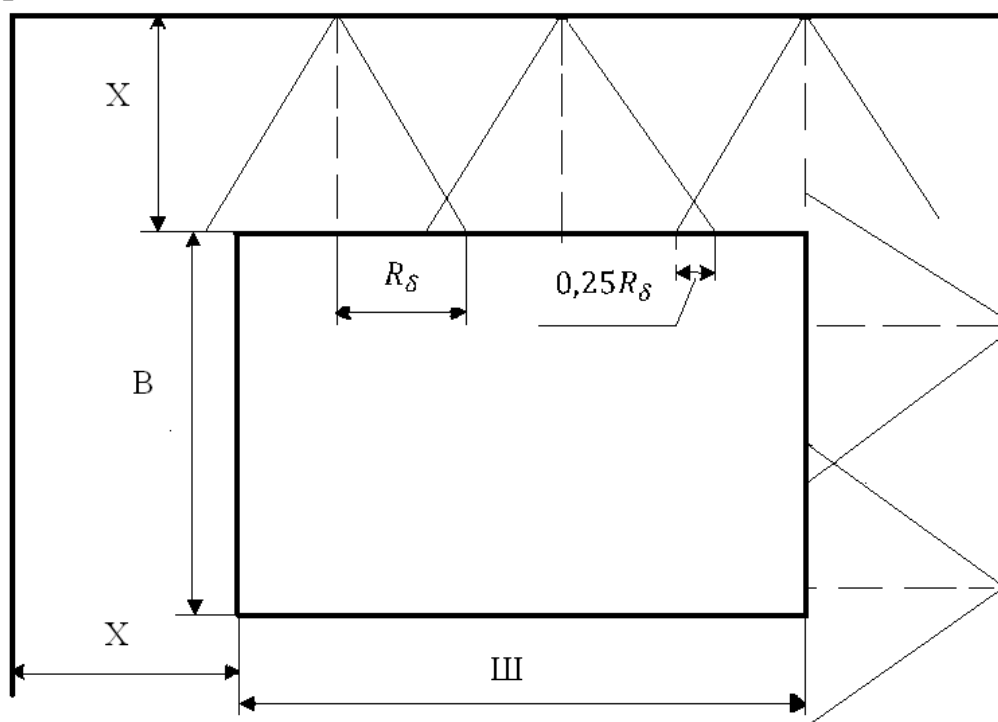


Рис. 19. Графическое определение количества насадков

Конструкция насадков должна позволять изменять направление осей их отверстий при регулировке с целью рационального распределения струй по поверхности очищаемых объектов, а также демонтировать их для периодической очистки и проверки геометрии. На рис. 20 показан шарообразный насадок с коноидальным профилем канала.

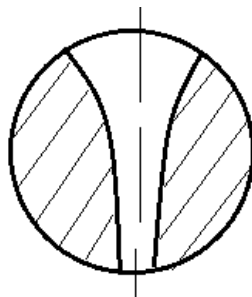


Рис. 20. Шарообразный насадок с коноидальным профилем канала

Последнее время все большее распространение получает соединение гидранта с насадком посредством гибкого шланга. Эта конструкция обеспечивает непрерывное перемещение насадка в процессе работы за счет реактивной силы истечения струи. Угол отклонения насадка ограничивается кольцом.

Для расширения зоны воздействия струи на очищаемую поверхность иногда применяют плоскую веерную струю, выходящую из щелевого насадка (имеет меньшую устойчивость при движении в воздухе и меньшую дальность бросания).

Одним из приемов увеличения ударной силы струи является использование пульсирующей струи, которая всегда ударяет по поверхности, свободной от жидкости. Использование пульсирующих струй с частотой пульсации 1 Гц дает возможность повысить производительность очистки в 1,3–1,5 раза.

Выполнив расчеты струйных установок, необходимо помнить, что они носят ориентировочный характер и результаты должны быть проверены на опытных или макетных образцах.

3.6. Методы проектирования агрегатов, узлов технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей. Оборудование и приспособления для ремонта автомобилей. Классификация приспособлений

3.6.1. Методы проектирования агрегатов, узлов технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей

Методы проектирования агрегатов, узлов технологического оборудования для ТО и Р автомобилей изучались в дисциплинах «Теория механизмов и машин», «Детали машин и основы конструирования», «Гидравлика и гидро-пневмопривод».

3.6.2. Оборудование и приспособления для ремонта автомобилей

3.6.2.1. Металлорежущие станки

Металлорежущий станок – это машина, предназначенная для обработки заготовок в целях образования заданных поверхностей путем снятия стружки или путем пластической деформации. Обработка производится преимущественно путем резания лезвийным или абразивным инструментом. Станки применяют также для выглаживания поверхности детали, для обкатывания поверхности роликами. Металлообрабатывающие станки осуществляют резание неметаллических материалов, например дерева, текстолита, капрона и других пластических масс. Специальные станки обрабатывают также керамику, стекло и другие материалы.

Металлообрабатывающие станки классифицируют по различным признакам, в зависимости от вида обработки, применяемого режущего инструмента и компоновки.

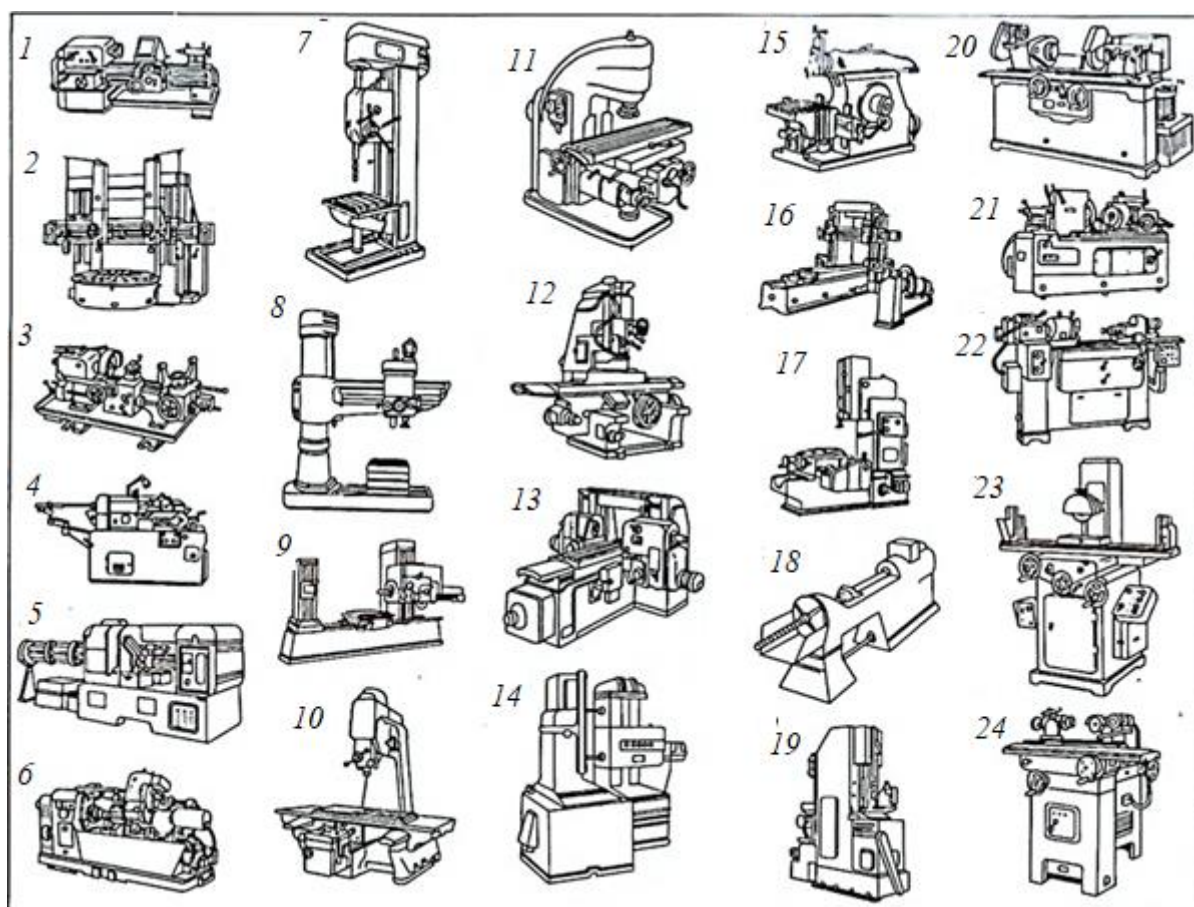


Рис. 21. Наиболее распространенные типы
металлорежущих станков

3.6.2.2. Классификация металлорежущих станков

Металлорежущие станки в зависимости от характера выполняемых работ и типа применяемых режущих инструментов подразделяются на 11 групп (см. рис. 21).

Группа токарных станков (поз. 1–6) состоит из станков, предназначенных для обработки поверхностей вращения. Объединяющим признаком станков этой группы является использование в качестве движения резания вращательного движения заготовки.

Группа сверлильных станков (поз. 7–10) включает также и расточные станки. Объединяющим признаком этой группы станков является их назначение – обработка круглых отверстий. Движением резания служит вращательное движение инструмента, которому обычно сообщается также движение подачи. В горизонтально-расточных станках подача может осуществляться также перемещением стола с обрабатываемой деталью.

Группа шлифовальных станков (поз. 20–24) объединяется по признаку использования в качестве режущего инструмента абразивных шлифовальных кругов.

Группа полировальных и доводочных станков объединяется по признаку использования в качестве режущего инструмента абразивных брусков, абразивных лент, порошков и паст.

Группа зубообрабатывающих станков включает станки, которые служат для обработки зубьев колес, в том числе шлифовальные.

Группа фрезерных станков (поз. 11–14) состоит из станков, использующих в качестве режущего инструмента многолезвийные инструменты – фрезы.

Группа строгальных станков (поз. 15–17) состоит из станков, у которых общим признаком является использование в качестве движения резания прямолинейного возвратно-поступательного движения резца или обрабатываемой детали.

Группа разрезных станков включает все типы станков, предназначенных для разрезки и распиловки катаных материалов (прутки, уголки, швеллеры и т. п.).

Группа протяжных станков (поз. 18 и 19) имеет один общий признак: использование в качестве режущего инструмента специальных многолезвийных инструментов – протяжек.

Группа резьбообрабатывающих станков включает все станки (кроме станков токарной группы), предназначенные специально для изготовления резьбы.

Группа разных и вспомогательных станков объединяет все станки, которые не относятся ни к одной из перечисленных выше групп.

Таблица 3

**Серийно выпускаемые станки,
разделенные на девять групп по девять типов**

Наименование станков	Шифр группы	Шифр типа									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Резервные	0	-									
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы:			Токарно-револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцовые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
		специализированные	одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	-	Вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	Радиально-сверлильные	Горизонтально-расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
				одношпиндельные	многошпиндельные						
Шлифовальные и доводочные	3	-	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочношлифовальные	Специализированные шлифовальные	-	Заточные	Плоскошлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные абразивные
Электрофизические и электрохимические	4	-	-	Светолучевые	-	Электрохимические	Электроискровые	-	Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	-
Зубо- и резьбообработывающие	5	Резьбо-нарезные	Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес	Зуборезные для обработки конических колес	Зубофрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбо-фрезерные	Зубоотделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбошлифовальные	Разные зубо- и резьбообработывающие
Фрезерные	6	-	вертикально-фрезерные консольные	фрезерные непрерывного действия	продольные одно-стоечные	копировальные и гравировальные	вертикальные безконсольные	продольные двух-стоечные	консольно-фрезерные операционные	горизонтально-фрезерные консольные	разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	-	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания		-	Разные строгальные
			одно-стоечные	двух-стоечные				внутреннего	наружного		
Разрезные	8	-	Отрезные, оснащенные			правильноотрезные	Пилы			-	-
			токарным резцом	шлифовальным кругом	гладким или насеченным диском		ленточные	дисковые	ножовочные		
Разные	9	-	муфто- и трубообработывающие	пилонасечальные	правильно- и бесцентрово-обдирочные	баланси- ровочные	для испытания инструментов	дели- тельные машины	баланси- ровочные	-	-

3.6.2.3. Нумерация станков

В СССР была принята единая система условных обозначений станков, основанная на присвоении каждой модели станка шифра (номера). Нумерация металлорежущих станков, разработанная Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС), построена по десятичной системе. Все станки делятся на 10 групп, каждая группа подразделяется на 10 типов и каждый тип – на 10 типоразмеров. Как видно из табл. 3, объединение станков по группам при нумерации основано на несколько ином принципе, чем при классификации. Номер, присваиваемый каждой модели станка, может состоять из трех или четырех цифр и букв, причем буквы могут стоять после первой цифры или в конце номера, например: 612, 1616, 6Н82, 2620, 6Н12ПБ.

Первая цифра номера показывает группу, к которой относится данный станок. Вторая цифра указывает тип станка в данной группе. Третья или третья и четвертая цифры совместно указывают условный размер станка. Так, например, для токарных станков третья и четвертая цифры показывают высоту центров в сантиметрах или дециметрах (1620, 1616, 1670); для токарно-револьверных станков и автоматов – максимальный диаметр обрабатываемых прутков в миллиметрах (1336, 1125, 1265); для сверлильных станков – максимальный диаметр сверления отверстия в мягкой стали в миллиметрах (2А125, 2А135, 2150). Для консольнофрезерных станков третья цифра условно показывает размер стола. Для того чтобы различить конструктивное исполнение станков одного и того же размера, но с разной технической характеристикой, между первой и второй цифрами вводится буква. Так, например, все станки моделей 162, 1А62, 1Б62, 1К62 – токарные с высотой центров 200 мм. Однако модель 162 имеет максимальное число оборотов в минуту 600, модель 1А62–1200, 1Б62–1500, а современная модель 1К62 имеет 2000 оборотов в минуту. Буквы, стоящие в конце номера, означают различные модификации станков одной и той же базовой модели. Так, например, горизонтально-фрезерный станок модели 6Н82Г представляет собой упрощенный тип базового универсально-фрезерного станка модели 6Н82, копировально-фрезерный станок модели 6Н12К является модификацией базового вертикально-фрезерного станка модели 6Н12 и т. д. В некоторых случаях четвертая цифра также означает выпуск станка прежнего типоразмера, но

усовершенствованной конструкции. Например, модель 262 представляет собой горизонтально-расточный станок второго размера. Аналогичный по размерам современный расточный станок новой конструкции обозначается как модель 2620.

3.6.2.4. Классификация станков по типам

Станки одного и того же типа могут отличаться компоновкой (например фрезерные универсальные, горизонтальные, вертикальные), кинематикой, т. е. совокупностью звеньев, передающих движение, конструкцией, системой управления, размерами, точностью обработки и др.

Стандартами установлены основные размеры, характеризующие станки каждого типа. Для токарных и круглошлифовальных станков это наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, для фрезерных станков – длина и ширина стола, на который устанавливаются заготовки или приспособления, для поперечно-строгальных станков – наибольший ход ползуна с резцом.

Группа однотипных станков, имеющих сходную компоновку, кинематику и конструкцию, но разные основные размеры, составляет размерный ряд. Так, по стандарту для зубофрезерных станков общего назначения предусмотрено 12 типоразмеров с диаметром устанавливаемого изделия от 80 мм до 12,5 м.

Конструкция станка каждого типоразмера, спроектированная для заданных условий обработки, называется моделью. Каждой модели присваивается свой шифр – номер, состоящий из нескольких цифр и букв. Первая цифра означает группу станка, вторая – его тип, третья цифра или третья и четвертая цифры отражают основной размер станка. Например, модель 16К20 означает: токарно-винторезный станок с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки 400 мм. Буква между второй и третьей цифрами означает определенную модернизацию основной базовой модели станка.

3.6.2.5. Классификация станков по степени универсальности

По степени универсальности различают станки:

- универсальные, которые используют для изготовления деталей широкой номенклатуры с большой разницей в размерах. Такие станки приспособлены для различных технологических операций;

- специализированные станки предназначены для изготовления однотипных деталей, например корпусных деталей, ступенчатых валов сходных по форме, но различных по размеру;
- специальные станки предназначены для изготовления одной определенной детали или одной формы с небольшой разницей в размерах.

3.6.2.6. Классификация станков по степени точности

Станки разделены на 5 классов:

- Н – станки нормальной точности;
- П – станки повышенной точности;
- В – станки высокой точности;
- А – станки особо высокой точности;
- С – особо точные или мастер-станки.

В обозначение модели может входить буква, характеризующая точность станка: 16К20П – токарно-винторезный станок повышенной точности.

3.6.2.7. Классификация станков по степени автоматизации

Выделяют станки-автоматы и полуавтоматы. Автоматом называют станок, в котором после наладки все движения, необходимые для выполнения цикла обработки, в том числе загрузка заготовок и выгрузка готовых деталей, осуществляется автоматически, т. е. выполняется механизмами станка без участия оператора.

Цикл работы полуавтомата выполняется также автоматически, за исключением загрузки-выгрузки, которые производит оператор, он же осуществляет пуск полуавтомата после загрузки каждой заготовки.

С целью комплексной автоматизации для крупносерийного и массового производства создают автоматические линии и комплексы, объединяющие различные автоматы, а для мелкосерийного производства – гибкие производственные модули (ГПМ).

Автоматизация мелкосерийного производства деталей достигается созданием станков с программным управлением – цикловым, в обозначение моделей вводится буква Ц, или числовым – буква Ф. Цифра после буквы Ф обозначает особенность системы управления:

- Ф1 – станок с цифровой индикацией (с показом чисел, отражающих, например, положение подвижного органа станка) и предварительным набором координат;
- Ф2 – станок с позиционной или прямоугольной системой;
- Ф3 – станок с контурной системой;
- Ф4 – станок с универсальной системой для позиционной и контурной обработки, например модель 1Б732Ф3 – токарный станок с контурной системой ЧПУ.

3.6.2.8. Классификация станков по массе

Станки подразделяют на:

- легкие – до 1 т;
 - средние – до 10 т;
 - тяжелые – свыше 10 т. Тяжелые станки делят на крупные – от 16 до 30 т, собственно тяжелые – от 30 до 100 т;
 - особо тяжелые – свыше 100 т.
- Остальное технологическое оборудование описано в [12].

3.6.3. Классификация приспособлений

Приспособлениями называются вспомогательные устройства к технологическому оборудованию, используемые при выполнении операций механической обработки, сборки, разборки или контроля.

Наибольшую группу (около 70 %) составляют приспособления для механической обработки на станках. Применение станочных приспособлений позволяет: надежно базировать и закреплять обрабатываемую деталь с сохранением ее жесткости в процессе обработки; стабильно обеспечивать высокое качество обрабатываемых деталей при минимальной зависимости качества от квалификации рабочего; повысить производительность труда в результате механизации приспособления; облегчить условия работы и обеспечить ее безопасность; расширить технологические возможности оборудования; применять технически обоснованные нормы времени.

1. По целевому назначению приспособления делят на пять групп [1, 4]:

- станочные приспособления для установки и закрепления обрабатываемых заготовок на станках. В зависимости от вида обра-

ботки различают токарные, фрезерные, сверлильные, расточные, шлифовальные и другие приспособления;

- приспособления для крепления режущего инструмента. Они характеризуются большим числом нормализованных деталей и конструкций, что объясняется нормализацией и стандартизацией самих режущих инструментов;

- сборочные приспособления используют при выполнении сборочных операций, требующих большой точности сборки и приложения больших усилий;

- контрольно-измерительные приспособления применяют для контроля заготовок, промежуточного и окончательного контроля, а также для проверки собранных узлов и машин. Контрольные приспособления служат для установки измерительного инструмента;

- приспособления для захвата, перемещения и перевертывания обрабатываемых заготовок, а также отдельных деталей и узлов при сборке.

2. По степени специализации приспособления делят на универсальные, специализированные и специальные.

Универсальные приспособления (УП) используют для расширения технологических возможностей металлорежущих станков. К ним относятся универсальные, поворотные, делительные столы; самоцентрирующие патроны.

Универсальные безналадочные приспособления (УБП) применяются для базирования и закрепления одностипных заготовок в условиях единичного и мелкосерийного производства. К этому типу принадлежат универсальные патроны с неразъемными кулачками, универсальные фрезерные и слесарные тиски.

Универсально-наладочные приспособления (УНП) используют для базирования и закрепления заготовок в условиях многономенклатурного производства. К ним относятся универсальные патроны со сменными кулачками, универсальные тиски, скальчатые кондукторы.

Специализированные безналадочные приспособления (СБП) используют для базирования и закрепления заготовок, близких по конструктивным признакам и требующих одинаковой обработки. К таким приспособлениям принадлежат приспособления для обработки ступенчатых валиков, втулок, фланцев, дисков, корпусных деталей и др.

Специализированные наладочные приспособления (СНП) применяют для базирования и закрепления заготовок, близких по конструктивно-технологическим признакам и требующих для их обработки выполнения однотипных операций и специальных наладок.

Универсально-сборные приспособления (УСП) применяют для базирования и закрепления конкретной детали. Из комплекта УСП собирают специальное приспособление, которое затем разбирают, а элементы УСП многократно используют для сборки других приспособлений.

Специальные приспособления (СП) используют для выполнения определенной операции и при обработке конкретной детали. Такие приспособления называются одноцелевыми. Их применяют в крупносерийном и массовом производстве.

3. По степени механизации и автоматизации приспособления подразделяют на ручные, механизированные, полуавтоматические и автоматические.

Ввиду разнообразия технологических процессов, конструктивных форм и размеров обрабатываемых изделий и других факторов, номенклатура применяемых приспособлений весьма разнообразна. Однако, несмотря на различия в конструктивном оформлении, приспособления имеют практически одинаковую структуру, куда входят различные элементы, механизмы и детали.

1. Установочные элементы (опоры) служат для ориентации заготовки или детали в пространстве при обработке, сборке, контроле.

2. Зажимные элементы и устройства предназначены для обеспечения надежного контакта базовых поверхностей заготовок с установочными элементами приспособлений и предупреждения их смещения при обработке.

3. Силовые приводы обеспечивают воздействие зажимных элементов на закрепляемую заготовку с заданной силой.

4. Элементы для определения положения и направления инструментов служат для постановки обрабатывающего инструмента в требуемое положение.

5. Корпусы – базовые, наиболее ответственные элементы, с помощью которых все детали и устройства приспособлений объединяются в единое устройство.

6. Вспомогательные устройства и элементы служат для расширения технологических возможностей, повышения быстродействия приспособлений, удобства управления и их обслуживания.

3.7. Установочные элементы приспособлений.

Установка на плоскости, на установочные пальцы, на призмы, опоры самоустанавливающиеся

3.7.1. Установочные элементы приспособлений

Установочные элементы (опоры) служат для ориентации детали или заготовки в пространстве при обработке, сборке или контроле. Число опор должно быть равно числу устраняемых степеней свободы. Для повышения жесткости и виброустойчивости дополнительно используют вспомогательные регулируемые или самоустанавливающиеся опоры.

Установочные элементы должны удовлетворять следующим требованиям:

- количество и расположение установочных элементов должны учитывать необходимую ориентацию детали и достаточную ее устойчивость;
- при использовании черновых баз установочные элементы должны выполняться с ограниченной опорной поверхностью;
- установочные элементы должны обладать достаточной жесткостью, износостойкостью и легкоъемностью при работе.

Различают основные опоры и вспомогательные. В свою очередь основные опоры бывают регулируемыми и самоустанавливающимися и служат для базирования детали или заготовки в приспособлении.

Вспомогательные опоры применяют не для базирования, а для повышения устойчивости и жесткости детали или заготовки в приспособлении.

3.7.2. Установка на плоскости, на установочные пальцы, на призмы, опоры самоустанавливающиеся

Форма установочных элементов зависит от формы базовой поверхности детали или заготовки.

В качестве установочных элементов при базировании заготовок по плоским поверхностям используют точечные опоры со сферической, плоской и насеченной опорными поверхностями (рис. 22), опорные пластины (рис. 23) и шайбы.

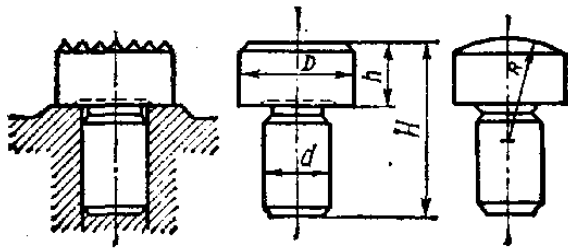


Рис. 22. Постоянные опоры

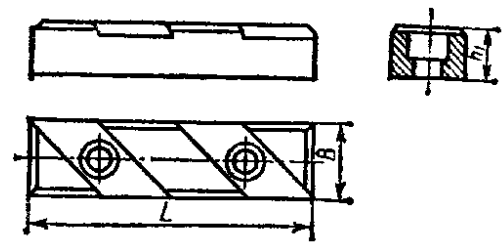


Рис. 23. Опорная пластина

Точечные опоры используют для установки небольших заготовок. Опоры со сферической опорной поверхностью служат для установки на них деталей и заготовок с необработанными базами.

Детали и заготовки с обработанными базами устанавливают на **опоры с плоской опорной поверхностью**. Опоры с насеченной опорной поверхностью, как правило, являются боковыми опорами или служат для установки по черновым базам.

Точечные опоры запрессовывают непосредственно в корпус приспособления либо через стальную закаленную втулку, что повышает ремонтпригодность приспособления.

Верхние торцы втулок шлифуют, что позволяет не шлифовать опоры.

Опорные шайбы и опорные пластины служат для установки заготовок по окончательно обработанным поверхностям. Шайбы используют для установки мелких, а пластины – средних и крупных по размерам заготовок. Опорные пластины без пазов служат боковыми и верхними опорами, а опорные пластины с пазами – нижними опорами (для размещения в пазах стружки).

Регулируемые опоры бывают винтовые и клиноплунжерные. Их применяют в качестве основных и вспомогательных опор. Как основные они служат для установки заготовок необработанными поверхностями при больших изменениях припуска на механическую обработку, а также при выверке заготовок по разметочным рискам (рис. 24).

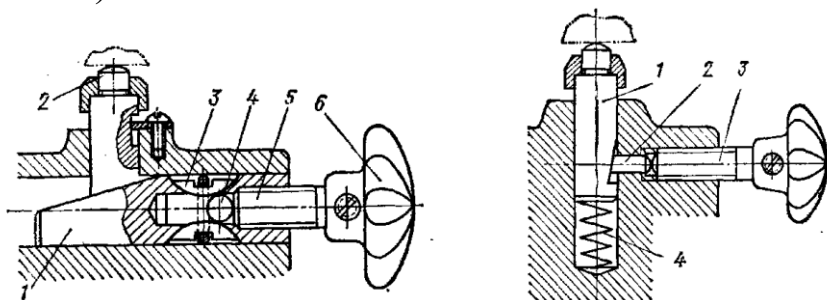


Рис. 24. Подводимая опора и самоустанавливающаяся опора

Установку деталей и заготовок по отверстию осуществляют с использованием установочных пальцев, оправок и самоцентрирующих патронов.

Оправки различают консольные и центровые. Они служат для закрепления заготовок и деталей с центральным отверстием (втулок, колец, шестерен), при изготовлении которых необходимо получить высокую соосность наружных и внутренних поверхностей и заданную перпендикулярность торцов к оси детали (рис. 25).

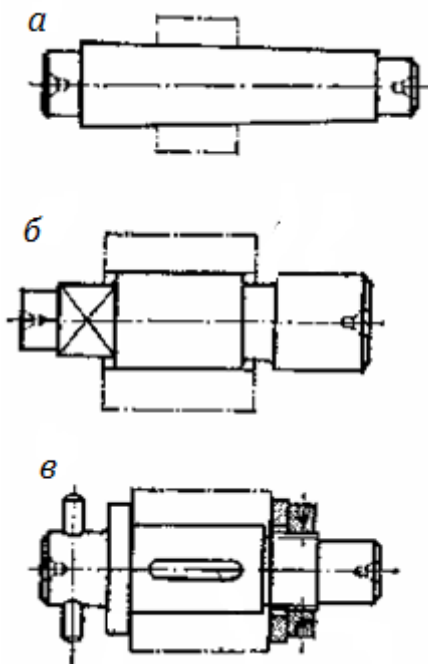


Рис. 25. Жесткие оправки

В зависимости от способа установки и центрирования обрабатываемых заготовок консольные и центровые оправки разделяют на жесткие, зажимные механизмы которых имеют постоянные диаметры, и разжимные (рис. 26), у которых изменяются диаметральные размеры центрирующего зажимного механизма. К жестким относятся конические, цилиндрические под запрессовку и цилиндрические с гарантированным натягом.

Установочные пальцы (рис. 27) служат для установки на них одним или двумя отверстиями обрабатываемых деталей. По конструктивному исполнению различают пальцы установочные: цилиндрические с упором (ГОСТ 16898-71); срезанные с упором (ГОСТ 16899-71); цилиндрические (ГОСТ 16900-71); цилиндрические срезанные (ГОСТ 16901-71); цилиндрические постоянные (ГОСТ 12209-66); срезанные постоянные (ГОСТ 12210-66); цилиндрические

дрические сменные (ГОСТ 12211-66); срезанные сменные (ГОСТ 12212-66); цилиндрические высокие (ГОСТ 17774-72); срезанные высокие (ГОСТ 17775-72).

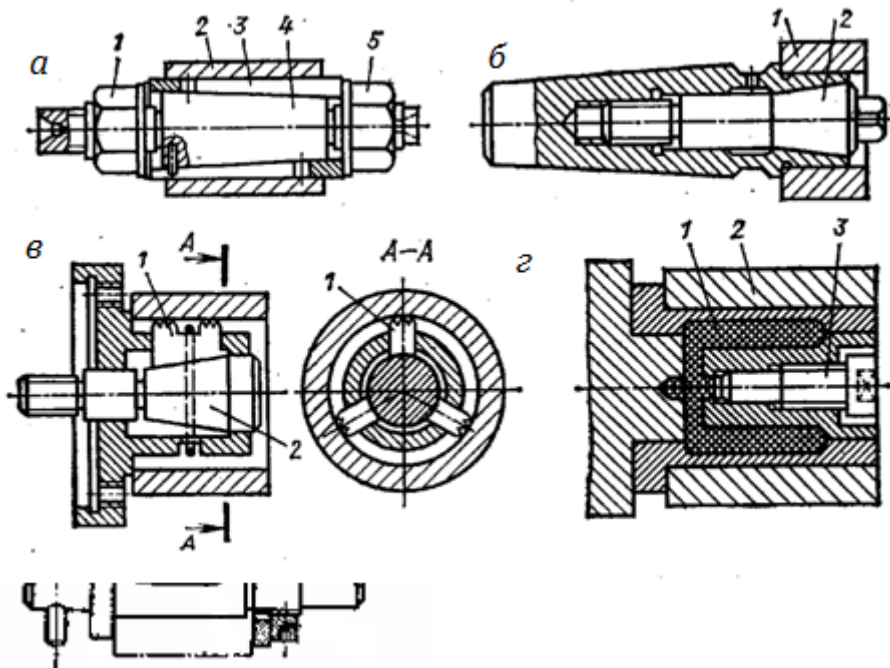


Рис. 26. Разжимные оправки

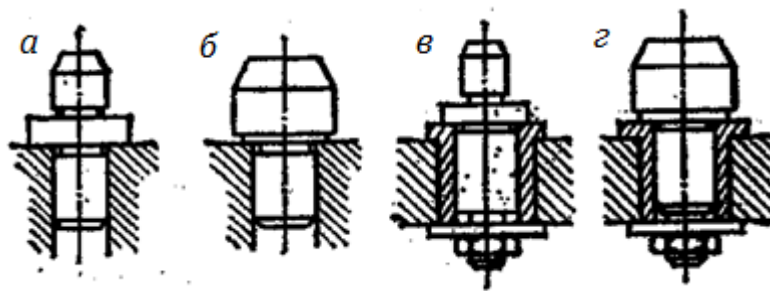


Рис. 27. Примеры консольных пальцев

Детали и заготовки по наружным цилиндрическим поверхностям устанавливают в опорные призмы (рис. 28), втулки и самоцентрирующие патроны.

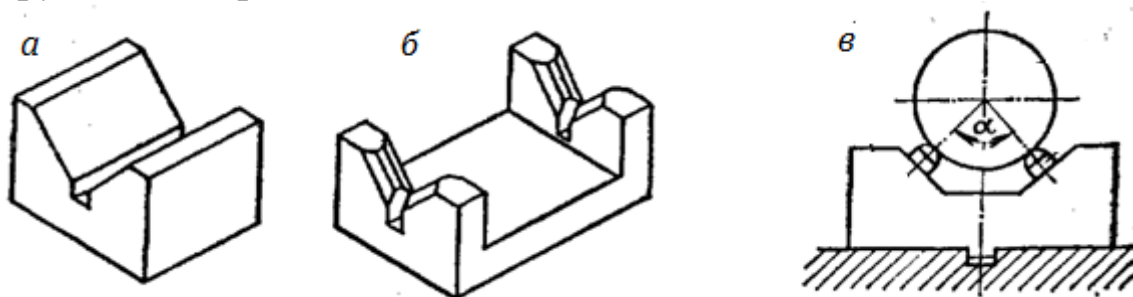


Рис. 28. Схемы призм

Последние наряду с базированием обеспечивают закрепление заготовки. Поэтому их называют установочно-зажимными элементами приспособлений.

В *призмы* устанавливают заготовки деталей типа тел вращения с обработанными и необработанными базовыми поверхностями. Призмы для установки коротких заготовок стандартизованы. По конструктивному исполнению различают призмы: опорные (ГОСТ 12195-66); с боковым креплением (ГОСТ 12197-66); подвижные (ГОСТ 12193-66); установочные (ГОСТ 12194-66); неподвижные (ГОСТ 12196-66).

Стандартизованные призмы имеют рабочий угол $\alpha = 90^\circ$. Нестандартные призмы могут выполняться с рабочими углами 60° и 120° .

Призмы с $\alpha = 120^\circ$ применяют, когда заготовка не имеет полной цилиндрической поверхности и по небольшой дуге окружности нужно определить положение оси детали. Заготовка, помещенная на такой призме, имеет небольшую устойчивость. Призмы с углом $\alpha = 60^\circ$ применяют для повышения устойчивости в том случае, когда имеются значительные силы обработки, действующие параллельно оси призмы.

Для установки заготовок по центровым отверстиям используют *центры* с углом при вершине 60° .

Применяют жесткие и вращающиеся центры. Для деталей типа труб и гильз, устанавливаемых конической фаской большого диаметра, применяют срезанные центры. При необходимости передачи крутящего момента рабочие поверхности центров выполняют рифлеными.

3.8. Зажимные устройства приспособлений.

Назначение зажимных устройств. Винтовые зажимы и резьбовые прихваты. Эксцентриковые зажимы

3.8.1. Зажимные устройства приспособлений

Зажимные элементы приспособлений служат для закрепления заготовки в приспособлении. К ним относят прижимы, прихваты, зажимы различных конструкций. Зажимы состоят как правило из собственно зажима и привода зажимного устройства. Собственно

зажим (элемент, контактирующий с заготовкой) выполняют в виде нажимного винта (с пяткой или без нее), прихвата, кулачка (в патронах), цанги и т. п.

Прихваты выполняют в виде прямых, V-образных, ступенчатых, качающихся, откидных, съемных и тому подобных планок. Как правило, прихват выполняет функцию рычага, усиливающего или ослабляющего воздействие силы зажима на заготовку. Прихваты применяют для создания значительных сил зажима совместно с винтовыми, эксцентриковыми и другими зажимными устройствами. Наиболее распространены прихваты, работающие по схемам. Силы прижима по этим схемам без учета потерь на трение в опорах (примерно 5 %) определяют по зависимостям, где участвуют показатели: сила, создаваемая зажимным устройством; расстояния между точками приложения сил и осью поворота с учетом направления сил.

Широко распространены **винтовые зажимы** различных конструкций. В этих зажимах сила прижима создается за счет пары винт – гайка. Сила прижима винтовой пары использует показатели: крутящий момент, приложенный к гайке или головке винта; средний радиус резьбы; угол подъема резьбы винта, здесь шаг резьбы; угол трения в резьбовой паре, для метрической резьбы 10° , для трапецеидальной и ленточной 8° ; средний радиус торцевой опоры; коэффициент трения на торце винта и гайки.

Эксцентриковые зажимы применяют для создания относительно небольших сил прижима при закреплении заготовки с точными размерами зажимаемых участков. Эксцентрик – цилиндрический кулачок или валик диаметром D , ось поворота которого смещена относительно его центра. Смещение называют эксцентриситетом. Зажим осуществляется внешней поверхностью эксцентрика. Ход эксцентрика обеспечивается заданным углом поворота эксцентрика относительно начального положения, что обеспечивает условие его самоторможения. Если это условие не выполнено, то произойдет самопроизвольный разжим заготовки после снятия силы с рукоятки. Сила прижима эксцентрика зависит от силы, приложенной к рукоятке поворота эксцентрика; плеча приложения этой силы; коэффициентов трения на поверхности прижима и оси эксцентрика соответственно; радиуса цапфы эксцентрика.

Конструкции прихватов и зажимных устройств должны обеспечивать их быстрый отвод – подвод, минимальное участие челове-

ка в этой операции, высокую жесткость и стабильность положения в процессе зажима и обработки заготовки. Поэтому в качестве привода зажимных элементов часто применяют не только механические, но также пневматические, гидравлические, электрические устройства. Эти устройства могут быть встроены в приспособления или могут составлять отдельный узел.

Наибольшее распространение получили **пневмоприводы** как наиболее экономичные. Пневмоприводы работают на сжатом воздухе, поступающем по трубопроводу от компрессорных станций к рабочему месту. Обычно давление пневмосетей 0,4–0,6 МПа.

Гидроприводы приспособлений главным образом используют для приспособлений станков, имеющих гидравлическую систему, реже – гидроприводы с независимой системой, выполненной специально для приспособлений. Станочные гидросистемы обеспечивают более высокое давление, чем пневмосистемы, так как давление, создаваемое насосами (например 25 МПа), достаточно велико, а главное стабильно, что дает возможность создания больших сил зажима при сравнительно компактных конструкциях механизмов. Однако следует учесть, что стоимость гидравлической оснастки как более точной выше стоимости пневматической.

3.8.2. Назначение зажимных устройств

Основное назначение зажимных устройств приспособлений – обеспечение надежного контакта (неотрывности) заготовки или собираемой детали с установочными элементами, предупреждение ее смещения в процессе обработки или сборки.

Зажимной механизм создает силу для закрепления заготовки, определяемую из условия равновесия всех сил, приложенных к ней.

При механической обработке на заготовку действуют:

- 1) силы и моменты резания;
- 2) объемные силы – сила тяжести заготовки, центробежные и инерционные силы;
- 3) силы, действующие в точках контакта заготовки с приспособлением, – сила реакции опоры и сила трения;
- 4) второстепенные силы, к которым относятся силы, возникающие при отводе режущего инструмента (сверла, метчики, развертки) от заготовки.

При сборке на собираемые детали действуют сборочные силы и силы реакции, возникающие в точках контакта сопрягаемых поверхностей.

К зажимным устройствам предъявляются требования:

1) при зажиме не должно нарушаться положение заготовки, достигнутое базированием. Это удовлетворяется рациональным выбором направления и мест приложения сил зажима;

2) зажим не должен вызывать деформации заготовок, закрепляемых в приспособлении, или повреждения (смятия) их поверхностей;

3) сила зажима должна быть минимально необходимой, но достаточной для обеспечения фиксированного положения заготовки относительно установочных элементов приспособлений в процессе обработки;

4) сила зажима должна быть постоянной на всем протяжении технологической операции; сила зажима должна быть регулируемой;

5) зажим и открепление заготовки необходимо производить с минимальной затратой сил и времени рабочего. При использовании ручных зажимов усилие не должно превышать 150 Н. Средняя продолжительность закрепления: в трехкулачковом патроне (ключом) – 4 с; винтовым зажимом (ключом) – 4,5–5 с; штурвалом – 2,5–3 с; поворотом рукоятки пневмо-, гидрокрана – 1,5 с; нажатием кнопки – менее 1 с;

6) зажимной механизм должен быть простым по конструкции, компактным, максимально удобным и безопасным в работе. Для этого он должен иметь минимальные габаритные размеры и содержать минимальное число съемных деталей; устройство управления зажимным механизмом должно располагаться со стороны рабочего.

Необходимость применения зажимных устройств исключается в трех случаях:

1) заготовка имеет большую массу, по сравнению с которой силы резания малы;

2) силы, возникающие при обработке, направлены так, что не могут нарушить положение заготовки, достигнутое при базировании;

3) заготовка, установленная в приспособление, лишена всех степеней свободы.

3.8.3. Винтовые зажимы

Винтовые зажимные устройства применяются в зажимных устройствах с ручным закреплением деталей, в механизированных приспособлениях и на автоматических линиях в приспособлениях спутниках.

Достоинства:

- простота и компактность конструкции;
- широкое использование в конструкции стандартизованных деталей;
- удобство в наладке;
- хорошая ремонтпригодность;
- возможность получать значительную силу закрепления заготовок при сравнительно небольшом моменте на приводе;
- большой ход нажимного винта (гайки), позволяющий надежно закреплять заготовки со значительными отклонениями размеров.

Недостатки:

- сосредоточенный характер сил закрепления, что ограничивает применение винтовых зажимов для установки тонкостенных и термически необработанных заготовок;
- сравнительно большое (0,04–0,07 мин) время срабатывания винтовых зажимов с ручным приводом;
- нестабильность сил закрепления винтовыми зажимами с ручным приводом, что снижает точность обработки (попытки применять тарированные или предельные ключи приводят к увеличению вспомогательного времени и большей утомляемости работающих);
- возможность смещения детали от силы трения на нажимном конце винта.

Изготавливают нажимные винты и гайки из стали 45 с термообработкой до твердости HRC 30–35.

От вида резьбы и торца нажимного винта (гайки) зависит сила закрепления заготовки (при заданном моменте на приводе). Предпочтительна метрическая резьба, имеющая наиболее высокий коэффициент трения, и поэтому надежная против самоотвинчивания.

Номинальный (наружный) диаметр резьбы винта

$$d = C\sqrt{Q/[\sigma]}, \text{ мм}, \quad (32)$$

где C – коэффициент, для основной метрической резьбы $C = 1,4$;
 Q – потребная сила зажима, Н;
 $[\sigma]$ – допускаемое напряжение растяжения (сжатия) для материала винта. Для винтов из стали 45 с учетом износа $[\sigma] = 80 - 100$ МПа.

Полученное значение d округляется до ближайшего большего стандартного значения и выбирается стандартный нажимной винт или гайка.

Винты нажимные с метрической резьбой различных конструктивных исполнений выбирают по ГОСТ 13428-68, ГОСТ 13429-68, ГОСТ 13432-68, ГОСТ 13433-68, ГОСТ 13434-68, ГОСТ 13435-68 и др.; гайки различного конструктивного исполнения – по ГОСТ 14727-69, ГОСТ 12460-67, ГОСТ 4088-69, ГОСТ 3385-69, ГОСТ 14726-69, ГОСТ 13427-68 и др.

Момент, развиваемый на рукоятке или маховичке, для получения заданной силы зажима

$$M = r_{\text{ср}} Q \operatorname{tg} (\alpha + \rho) + M_{\text{тр}}, \text{ Н}\cdot\text{мм}, \quad (33)$$

где $r_{\text{ср}}$ – средний радиус резьбы, мм;

α – угол подъема резьбы, град.;

ρ – угол трения в резьбе, град.;

$M_{\text{тр}}$ – момент трения на опорном торце гайки, Н·мм.

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} f Q \left[\left(D_{\text{н}}^3 - d_{\text{в}}^3 \right) / \left(D_{\text{н}}^2 - d_{\text{в}}^2 \right) \right], \text{ Н}\cdot\text{мм}, \quad (34)$$

где $D_{\text{н}}$ – наружный диаметр гайки, мм;

$d_{\text{в}}$ – внутренний диаметр отверстия гайки, мм;

f – коэффициент трения.

Принимая $r_{\text{ср}} = 0,45 d$; среднее значение угла подъема резьбы $\alpha = 2^\circ 30'$ (для резьб от М8 до М52 α меняется от $3^\circ 10'$ до $1^\circ 51'$); $\rho = 10^\circ 30'$; $D_{\text{н}} = 1,7 d$; $d_{\text{в}} = d$; $f = 0,15$ ($f = 0,12-0,18$), получим

$$M = 0,2 d Q, \text{ Н}\cdot\text{мм}. \quad (35)$$

Учитывая, что при откреплении приходится преодолевать трение покоя, момент открепления будет на 30–50 % больше момента закрепления.

$$M' = 0,25 d Q, \text{ Н}\cdot\text{мм}. \quad (36)$$

Конструктивно винтовые зажимы выполняются в следующих вариантах (рис. 29).

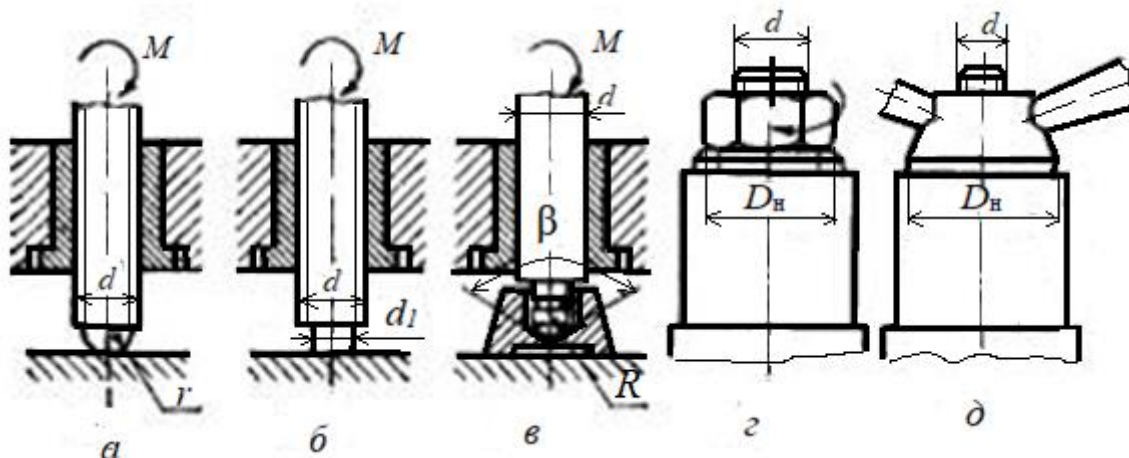


Рис. 29. Винтовые зажимы:

a – со сферическим торцом; *б* – с плоским торцом; *в* – со сферическим торцом, упирающимся в коническое углубление с углом β ;
z – по торцу шестигранной гайки; *д* – по торцу круглой гайки

Момент закрепления для винта со сферическим опорным торцом

$$M \approx 0,1 d Q, \text{ Н}\cdot\text{мм}. \quad (37)$$

В этой формуле момент трения на торце не учтен, так как его величина очень мала.

Для нажимного винта с плоским опорным торцом

$$M \approx 0,1 d Q + (f Q d_1 / 3), \text{ Н}\cdot\text{мм}, \quad (38)$$

где d_1 – диаметр плоского опорного торца, мм.

Усилие зажима, создаваемое винтовым зажимным устройством

$$Q = PL / [r_{cp} \operatorname{tg} (\alpha + \varphi) + k], \text{ Н}, \quad (39)$$

где P – усилие, прикладываемое к рукоятке винта, Н (не более 150 Н);
 L – длина рукоятки, мм;

$$L = 12 d, \quad (40)$$

φ – угол трения в резьбе ($\varphi = 6^\circ 34'$), град.;

k – коэффициент, зависящий от формы торца нажимного винта.

- Для винта со сферическим опорным торцом

$$k = 0; \quad (41)$$

- для винта с плоским опорным торцом

$$k = 0,6 \mu r_1; \quad (42)$$

- для винта со сферическим торцом, упирающимся в коническое углубление с углом β ,

$$k = R \mu \operatorname{ctg} (\beta / 2); \quad (43)$$

- при закреплении по торцу шестигранной или круглой гайки

$$k = 0,33 \mu [(D_H^3 - d_B^3) / (D_H^2 - d_B^2)], \quad (44)$$

где μ – коэффициент трения по плоскости ($\mu = 1$);

D_H – наружный диаметр гайки (шайбы), мм;

r_1 – радиус плоского торца винта, мм,

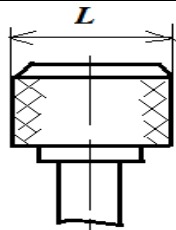
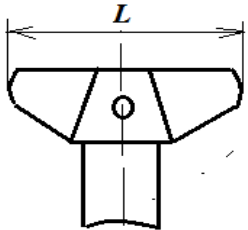
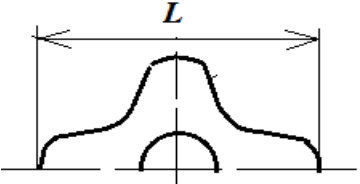
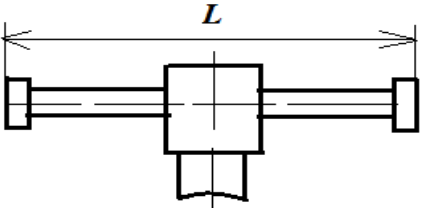
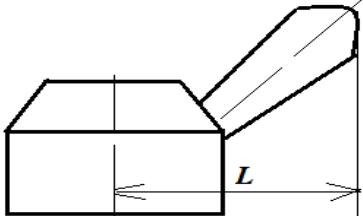
$$r_1 = 0,4 d, \text{ мм}; \quad (45)$$

R – радиус сферического торца, мм.

Форма рукоятки винта выбирается по моменту затяжки из табл. 4.

Таблица 4

Форма рукоятки винта

Форма рукоятки	L , мм	M , Н·мм
	20 24 30 36	700–1500 900–1800 1000–2200 1200–2500
	30 35 45 50 70	1200–2500 2500–5000 4000–6500 5000–7500 7000–8500
	40 50 60 80	4000–6500 5000–7000 6000–8000 8000–9500
	80 100 120 140	7000–8500 8000–9500 9000–11000 10000–13000
	75 94 117 150	8500–10000 9200–14000 10000–15000 11000–16000

3.8.4. Резьбовые прихваты

Прихват выполняет роль рычага, ослабляющего воздействие силы зажима на изделие.

Резьбовые прихваты выполняются Г-образными (рис. 30) и коромыслообразными (рис. 31).

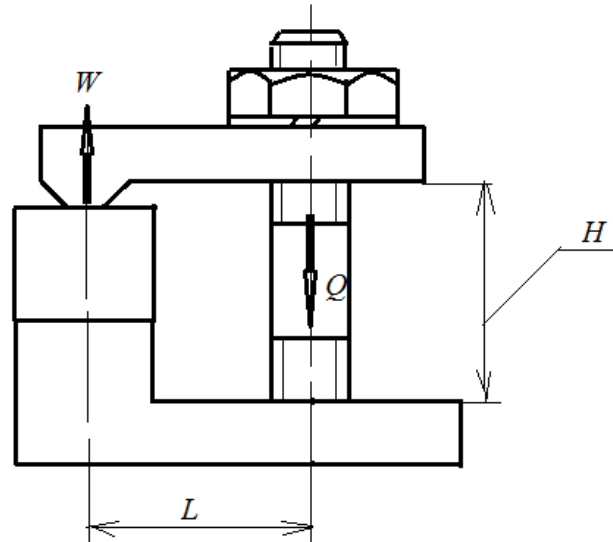


Рис. 30. Схема Г-образного прихвата

Усилие зажима, создаваемое Г-образным прихватом

$$W = Q [1 - (0,3 L / H)], \text{ Н}, \quad (46)$$

где Q – сила, создаваемая винтовым зажимом, Н;

L – длина прихвата, мм;

H – высота прихвата, мм.

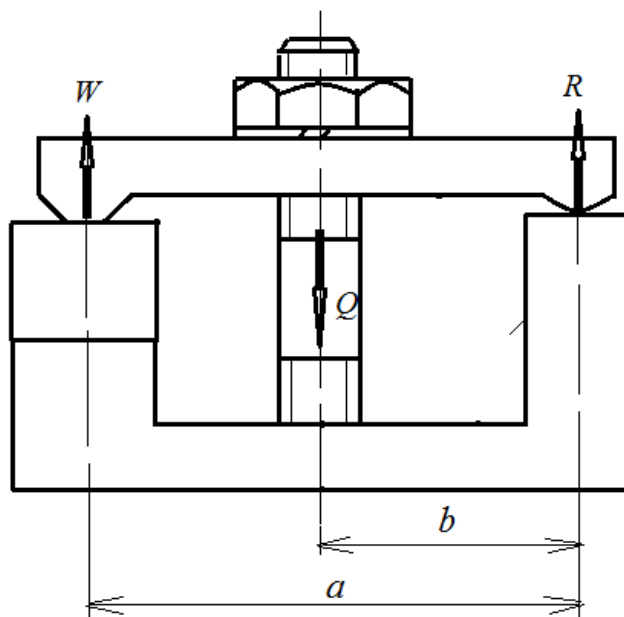


Рис. 31. Схема коромыслообразного прихвата

Для определения усилия зажима W , создаваемого коромыслообразным прихватом, необходимо прихват представить в виде балки, нагруженной силами Q , W и R (рис. 32).

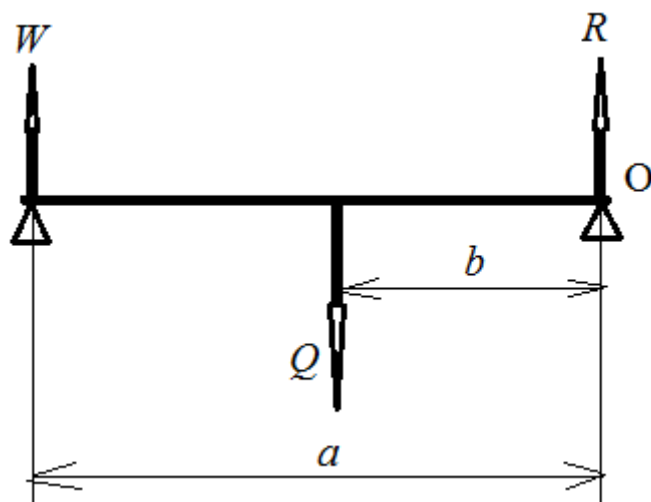


Рис. 32. Схема нагружения прихвата

Сумма моментов относительно точки O равна нулю.

$$\sum M_o = 0. \quad (47)$$

$$W \cdot a - Q \cdot b = 0.$$

Отсюда $W = Q \cdot b / a.$

3.8.5. Эксцентриковые зажимы

Такие зажимы являются быстродействующими, но развивают меньшую силу, чем винтовые. Обладают свойством самоторможения. Основной недостаток: не могут надежно работать при значительных колебаниях размеров между установочной и зажимаемой поверхностью обрабатываемых деталей.

Эксцентриковые зажимы применяют для создания относительно небольших сил прижима при закреплении заготовки с точными размерами зажимаемых участков.

Эксцентрики бывают круглыми, контур которых очерчен по окружности, и некруглыми, контур которых очерчен по сложным кривым – эвольвенте и спирали Архимеда. Из-за простоты изготовления наиболее часто применяются круглые эксцентрики. Их изготавливают из стали 20Х с цементацией наружной поверхности на глубину 0,8–1,2 мм и твердостью 55–60 HRC.

Эксцентрик – цилиндрический кулачок или валик диаметром D , ось поворота которого смещена относительно его центра (рис. 33). Смещение называют эксцентриситетом. Зажим осуществляется внешней поверхностью эксцентрика. Ход эксцентрика обеспечивается заданным углом поворота эксцентрика относительно начального положения, что обеспечивает условие его самоторможения. Если это условие не выполнено, то произойдет самопроизвольный разжим заготовки после снятия силы с рукоятки.

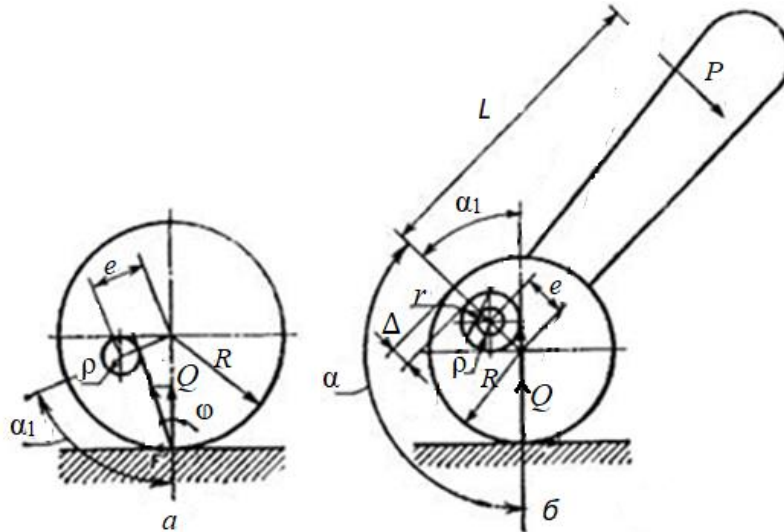


Рис. 33. Эксцентриковый зажим

Самоторможение эксцентриков, у которых контур очерчен по окружности, обеспечивается при отношении

$$D / e \geq 2 / f, \quad (48)$$

где D – диаметр зажимной (наружной) поверхности эксцентрика, мм;
 e – эксцентриситет, мм;
 f – коэффициент трения.

Отношение D / e называется характеристикой эксцентрика.

При $f = 0,15$

$$D / e \geq 14. \quad (49)$$

Величина эксцентриситета выбирается в зависимости необходимости зажимающего хода эксцентрика и допускаемого угла его поворота при зажиме.

Ход эксцентрика S должен удовлетворять условию

$$S = (1,0-1,5) T, \text{ мм}, \quad (50)$$

где T – допуск на размер изделия, по которому ведется закрепление, мм.

При отсутствии ограничения угла поворота эксцентрика эксцентриситет определяется из условия

$$2e = s_1 + T + s_2 + Q/J, \text{ мм}, \quad (51)$$

где s_1 – зазор, обеспечивающий свободу установки изделия под эксцентрик, мм;

s_2 – запас хода эксцентрика, предохраняющий его переход через мертвую точку (учитывает неточность изготовления и износ эксцентрика), мм;

J – жесткость зажимного устройства, Н/мм;

Q/J – характеризует увеличение расстояния между эксцентриком и изделием в результате упругих отжимов звеньев системы, воспринимающей силу зажима.

Приняв $s_1 = 0,2\text{--}0,4$ мм, $s_2 = 0,4\text{--}0,6$ мм, получим

$$e = T/2 + Q/2J + (0,3\text{--}0,5), \text{ мм}. \quad (52)$$

Величина эксцентриситета e при ограничении угла поворота эксцентрика

$$e = (s_1 + T + Q/J) / (1 - \cos \alpha), \text{ мм}, \quad (53)$$

где α – угол поворота эксцентрика при закреплении, град.

Радиус цапфы r эксцентрика определяется, задаваясь его шириной b . При $b = 2r$

$$r = \sqrt{Q/4[\sigma_{\text{см}}]}, \text{ мм}, \quad (54)$$

где $[\sigma_{\text{см}}]$ – допускаемое напряжение на смятие материала эксцентрика, Н/мм²; $[\sigma_{\text{см}}] = 15\text{--}20$ Н/мм².

Радиус наружной поверхности R эксцентрика определяется из условия самоторможения. Из рассмотрения действующих на эксцентрик сил следует, что равнодействующая реакции и сила трения должны быть равны и противоположно направлены реакции со стороны цапфы

$$(e - \rho) / \sin \varphi, \quad (55)$$

где φ – угол трения покоя в цапфе.

$$R = (e - \rho) / \sin \varphi, \text{ мм}, \quad (56)$$

$$\rho = f'' r, \text{ мм}, \quad (57)$$

где f'' – коэффициент трения покоя в цапфе;

φ – угол трения, град.

Для полусухих поверхностей $f'' = 0,08-0,09$, $\varphi = 8^\circ$.

Ширина эксцентрика B определяется из формулы напряжения. После преобразования получим

$$B = 0,0175 QE / R\sigma^2, \text{ мм}, \quad (58)$$

где E – модуль упругости материалов эксцентрика и изделия, Н/мм². Для стали $E = 2,1 \cdot 10^5$ Н/мм²;

σ – напряжение смятия материала эксцентрика на наружной поверхности, Н/мм². $\sigma = 400-600$ Н/мм².

Конструктивно $B = b$.

Момент на рукоятке эксцентрика

$$PL / [1 + \sin (\alpha_1 + \varphi)] e Q, \text{ Н}\cdot\text{мм}, \quad (59)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - \alpha,$$

где P – усилие, прикладываемое к рукоятке эксцентрика (не более 150 Н), Н;

L – длина рукоятки, мм.

Длина рукоятки эксцентрика определяется из формулы момента.

Сила зажима, создаваемая эксцентриком

$$Q = PL / (\rho_1 [\text{tg} (\alpha_2 + \varphi_1) + \text{tg} \varphi]), \text{ Н}, \quad (60)$$

где ρ_1 – радиус эксцентрика в точке касания, мм;

α_2 – угол подъема эксцентрика, град.;

φ_1 – угол трения в точке касания, град. Для сухого трения $\varphi_1 = 6^\circ$.

Радиус эксцентрика в точке касания изменятся от $\rho_{1\max}$ до $\rho_{1\min}$.

$$\rho_{1\max} = D / 2 + e, \text{ мм}, \quad (61)$$

$$\rho_{1\min} = D / 2 - e, \text{ мм}. \quad (62)$$

Угол подъема эксцентрика

$$\text{tg} \alpha_2 = 2e / D. \quad (63)$$

3.9. Клиновые зажимы, рычажные зажимы, центрирующие зажимные устройства

3.9.1. Клиновые зажимы

Клиновые зажимы применяются в качестве промежуточного звена в сложных зажимных системах. Они просты в изготовлении,

компактны, легко размещаются в приспособлении, позволяют увеличивать и изменять направление передаваемой силы.

При определенных углах клиновой механизм обладает свойствами самоторможения.

Наибольшее распространение получил клиновой зажим односкосного клина (рис. 34 а).

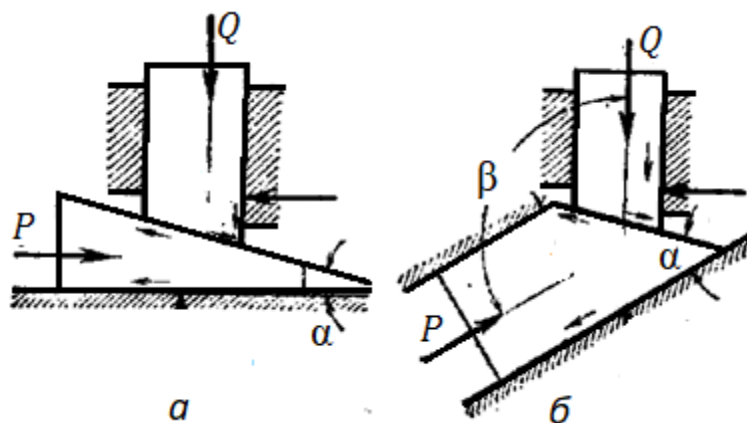


Рис. 34. Схемы односкосного клина (а) и двухскосного клина (б)

3.9.2. Рычажные зажимы

Рычажные зажимы (рис. 35) применяются в сочетании с другими элементарными зажимами, образуя более сложные зажимные системы (механизмы). При помощи рычага можно изменять величину и направление передаваемой силы, а также осуществлять одновременное и равномерное закрепление заготовки в двух местах.

Наиболее распространен двухплечевой рычаг.

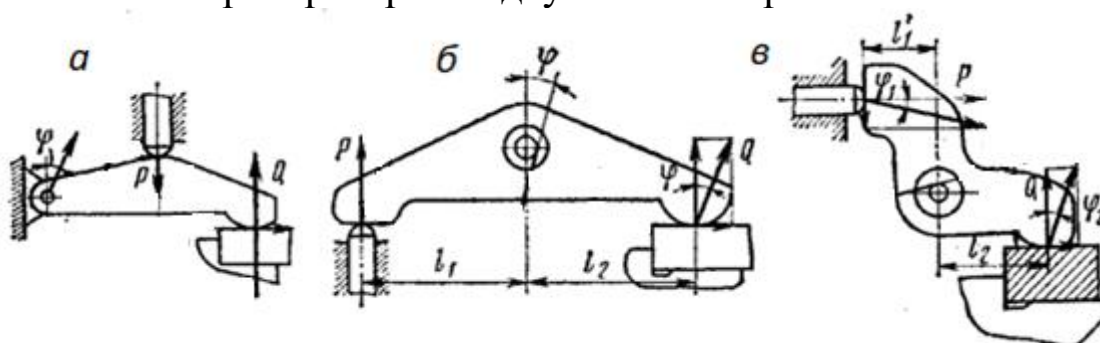


Рис. 35. Схемы действия сил в одноплечих и двухплечих прямых и изогнутых зажимах

3.9.3. Центрирующие зажимные устройства

При использовании в качестве установочных баз наружных или внутренних цилиндрических поверхностей применяют центрирующие зажимные устройства: цанги, разжимные оправки, зажимные втулки с гидропластом, мембранные патроны.

Цанги представляют собой разрезные пружинящие гильзы, изготовленные из высокоуглеродистой стали У10А с термообработкой в местах губок до 58–62 HRC и в хвостовой части до 39–45 HRC (рис. 36). В настоящее время их изготавливают из легированных сталей, содержащих 0,6–0,7 % С, 1 % Si, 1 % Mn и 0,5 % Cr.

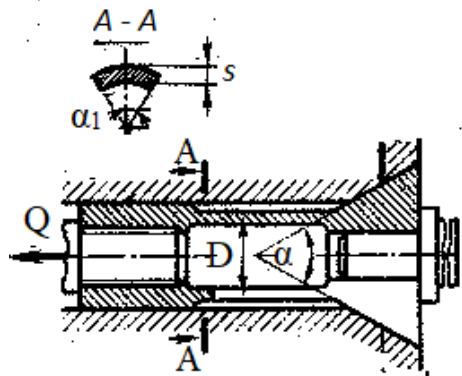


Рис. 36. Цанга

Угол конуса цанги $\alpha = 30\text{--}40^\circ$. При меньших углах возможно заклинивание цанги. Цанги обеспечивают concentricity установки 0,02–0,5 мм.

Кроме цанги для зажима деталей, имеющих цилиндрическую поверхность, применяют разжимные оправки, зажимные втулки с гидропластом, оправки и патроны с тарельчатыми пружинами, мембранные патроны и другие.

Консольные и центровые оправки применяют для установки с центральным базовым отверстием втулок, колец, шестерен, обрабатываемых на многолезцовых шлифовальных и других станках.

При обработке партии таких деталей требуется получить высокую concentricity наружных и внутренних поверхностей и заданную перпендикулярность торцов к оси детали.

В зависимости от способа установки и центрирования обрабатываемых деталей консольные и центровые оправки можно подразделить на следующие виды:

- жесткие (гладкие) для установки деталей с зазором или натягом;

- разжимные цанговые;
- клиновые (плунжерные, шариковые);
- с тарельчатыми пружинами;
- самозажимные (кулачковые, роликовые);
- с центрирующей упругой втулкой.

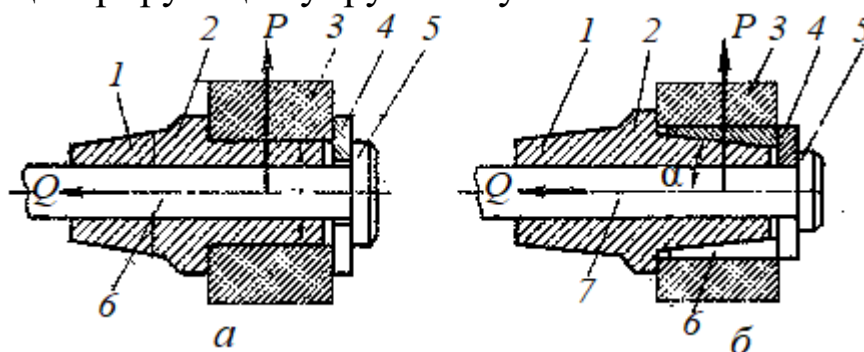


Рис. 37. Конструкции оправок: *а* – гладкая оправка; *б* – оправка с разрезной втулкой

На рис. 37 *а* показана гладкая оправка 2, на цилиндрической части которой установлена обрабатываемая деталь 3. Тяга 6, закрепленная на штоке пневмоцилиндра, при перемещении поршня со штоком влево головкой 5 нажимает на быстросменную шайбу 4 и зажимает деталь 3 на гладкой оправке 2. Оправка конической частью 1 вставляется в конус шпинделя станка. При зажиме обрабатываемой детали на оправке осевая сила Q на штоке механизированного привода вызывает между торцами шайбы 4, уступом оправки и обрабатываемой деталью 3 момент от силы трения больший, чем момент $M_{рез}$ от силы резания P_z .

На рис. 37 *б* показана оправка 2 с разрезной втулкой 6, на которой устанавливают и зажимают обрабатываемую деталь 3. Конической частью 1 оправку 2 вставляют в конус шпинделя станка. Зажим и разжим детали на оправке производят механизированным приводом. При подаче сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга 7 движутся влево, и головка 5 тяги с шайбой 4 перемещает разрезную втулку 6 по конусу оправки, пока она не зажмет деталь на оправке. Во время подачи сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра поршень, шток и тяга перемещаются вправо, головка 5 с шайбой 4 отходят от втулки 6 и деталь разжимается.

Оправки и патроны с тарельчатыми пружинами применяют для центрирования и зажима по внутренней или наружной ци-

цилиндрической поверхности обрабатываемых деталей. На рис. 38 соответственно показаны консольная оправка с тарельчатыми пружинами и тарельчатая пружина.

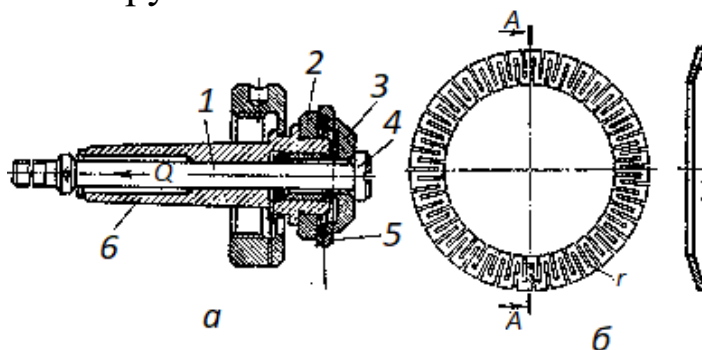


Рис. 38. Консольная оправка с тарельчатыми пружинами (а) и тарельчатая пружина (б)

Оправка состоит из корпуса 7, упорного кольца 2, пакета тарельчатых пружин 6, нажимной втулки 3 и тяги 1, соединенной со штоком пневмоцилиндра. Оправку применяют для установки и закрепления детали 5 по внутренней цилиндрической поверхности. При перемещении поршня со штоком и тягой 1 влево последняя головкой 4 и втулкой 3 нажимает на тарельчатые пружины 6. Пружины выпрямляются, их наружный диаметр увеличивается, а внутренний уменьшается, обрабатываемая деталь 5 центрируется и зажимается.

Размер установочных поверхностей пружин при сжатии может изменяться в зависимости от их размера на 0,1–0,4 мм. Следовательно, базовая цилиндрическая поверхность обрабатываемой детали должна иметь точность 6–7 квалитетов.

Патроны и оправки с самоцентрирующимися тонкостенными втулками, наполненными гидропластмассой, применяют для установки по наружной или внутренней поверхности деталей, обрабатываемых на токарных и других станках.

3.10. Мембранные патроны, реечно-рычажные зажимы.

Механизмы-усилители

3.10.1. Мембранные патроны, реечно-рычажные зажимы

Мембранные патроны применяют для точного центрирования и зажима деталей, обрабатываемых на токарных и шлифовальных станках. В мембранных патронах обрабатываемые детали устанавливают по наружной или внутренней поверхности. Базовые по-

верхности деталей должны быть обработаны по 6–7 качеству. Мембранные патроны обеспечивают точность центрирования деталей 0,004–0,007 мм.

Мембраны – это тонкие металлические диски с рожками или без рожков (кольцевые мембраны). В зависимости от воздействия на мембрану штока механизированного привода – тянущего или толкающего действия – мембранные патроны подразделяются на разжимные и зажимные.

В разжимном мембранном рожковом патроне при установке кольцевой детали мембрана с рожками, штоком привода прогибается влево к шпинделю станка. При этом рожки мембраны с зажимающими винтами, установленными на концах рожков, сходятся к оси патрона, и обрабатываемое кольцо устанавливается центральным отверстием в патроне.

При прекращении нажима на мембрану под действием упругих сил она выпрямляется, ее рожки с винтами расходятся от оси патрона и зажимают обрабатываемое кольцо по внутренней поверхности. В зажимном мембранном рожковом патроне при установке кольцевой детали по наружной поверхности мембрана штоком привода прогибается вправо от шпинделя станка. При этом рожки мембраны расходятся от оси патрона и обрабатываемая деталь разжимается. Затем устанавливается следующее кольцо, нажим на мембрану прекращается, она выпрямляется и рожками с винтами зажимает обрабатываемое кольцо.

Мембранные патроны бывают рожковые и чашечные (кольцевые), их изготавливают из стали 65Г, 30ХГС с закалкой до твердости НРС 40–50. Основные размеры рожковых и чашечных мембран нормализованы.

На рис. 39 показана конструктивная схема **мембранно-рожкового патрона** 1. На заднем конце шпинделя станка установлен пневмопривод патрона. При подаче сжатого воздуха в левую полость пневмоцилиндра поршень со штоком и тягой 2 перемещается вправо. При этом тяга 2, нажимая на рожковую мембрану 3, прогибает ее, кулачки (рожки) 4 расходятся, и деталь 5 разжимается. Во время подачи сжатого воздуха в правую полость пневмоцилиндра его поршень со штоком и тягой 2 перемещается влево и отходит от мембраны 3. Мембрана под действием внутренних упругих сил выпрямляется, кулачки 4 мембраны сходятся и зажимают по цилиндрической поверхности деталь 5.

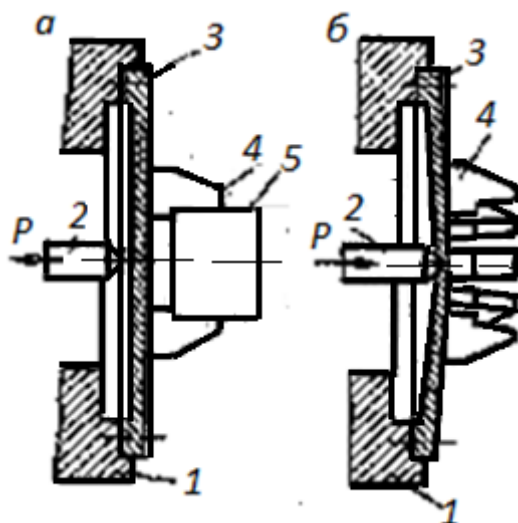


Рис. 39. Схема мембранно-рожкового патрона

Реечно-рычажные зажимы (рис. 40) состоят из рейки 3, реечного зубчатого колеса 5, установленного на валу 4, и рычага (рукоятки) 6. Вращая рукоятку против часовой стрелки, опускают рейку 3 через промежуточную деталь (например плиту 2) или непосредственно закрепляют заготовку. Сила закрепления зависит от силы N , приложенной к рукоятке. Для сохранения полученной силы закрепления после снятия силы с рукоятки механизм имеет запирающее устройство (замок), предупреждающее обратный поворот реечного колеса под влиянием упругих сил, возникших в звеньях зажимной системы. Передают вращение на вал реечной шестерни через ролик (замки этого типа выполняют также с тремя роликами, расположенными под углом 120°). Отжим системы предупреждается заклиниванием ролика между поверхностью кольца и срезанной плоскостью валика.

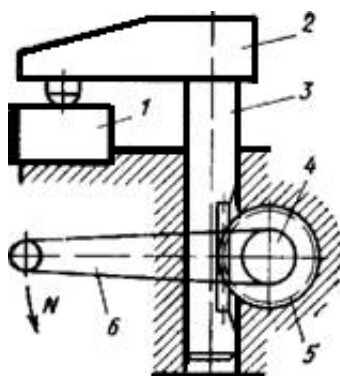


Рис. 40. Реечно-рычажный зажим с роликовым замком

Механизмы-усилители применяются в тех случаях, когда для закрепления заготовок требуются большие силы. В качестве усилителей используют рычажные механизмы (рис. 41, 42).

1. *Рычажный механизм с рычагом 1 рода*

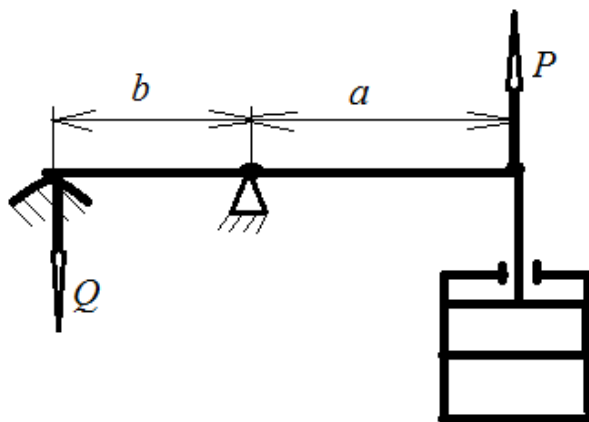


Рис. 41. Схема рычажного механизма с рычагом 1 рода

2. *Рычажный механизм с рычагом 2 рода*

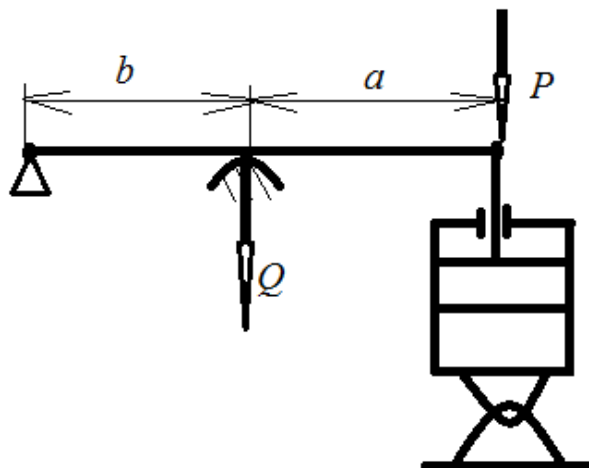


Рис. 42. Схема рычажного механизма с рычагом 2 рода

3.11. Методика расчета сил зажима. Зажимное устройство, предупреждающее смещение изделия от действия сил. Зажимное устройство, предотвращающее проворачивание изделия от действия момента. Расчетные формулы для определения сил зажима

3.11.1. Методика расчета сил зажима

Расчет сил зажима производится в двух основных случаях:

- при конструировании новых специальных приспособлений;
- при использовании имеющихся приспособлений с зажимными устройствами, развивающими определенные силы.

Для расчета сил зажима в первом случае необходимо знать условия проектируемой обработки: величину, направление и место приложения сил, сдвигающих заготовку, а также схему ее установки и закрепления.

Расчет сил зажима в первом приближении может быть сведен к задаче статики на равновесие заготовки под действием приложенных к ней внешних сил.

К обрабатываемой заготовке приложены силы, возникающие в процессе обработки, искомые силы зажима и реакции опор. Под действием этих сил заготовка должна находиться в равновесии. При расчете следует принимать наибольшие силы зажима.

Во втором случае расчет сил зажима носит поверочный характер. Найденная из условий обработки необходимая сила зажима должна быть меньше или равна той силе, которую развивает зажимное устройство используемого универсального приспособления. Если это условие не выдерживается, то производят изменение условий обработки с целью уменьшения необходимой силы зажима с последующим новым поверочным расчетом.

Применяемые в приспособлениях зажимные устройства можно разделить на две основные группы.

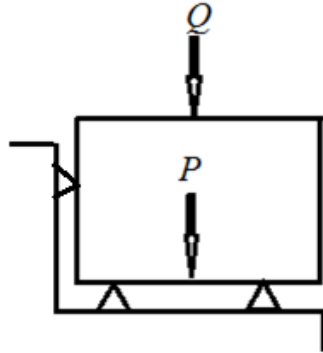
У устройств *первой группы* упругие отжимы прямо пропорциональны приложенным к ним силам. Если к зажимающему элементу этих механизмов приложить дополнительную силу, то упругий отжим этого элемента в направлении приложенной силы будет изменяться по линейному закону.

К этим устройствам относятся зажимные механизмы самотормозящего типа: винтовые, эксцентриковые, клиновые и др.

К устройствам *второй группы* относятся пневматические, гидравлические и пневмогидравлические механизмы прямого действия. Если к зажимающему элементу этих устройств приложить нарастающую по величине силу, то никакого перемещения штока сначала не произойдет. Когда приложенная сила превысит противодействующую, шток сразу переместится на большую величину.

3.11.2. Зажимное устройство, предупреждающее смещение изделия от действия сил

А. Силы обработки P и зажима Q прижимают изделие к опорам приспособления.



При постоянном значении силы P сила зажима

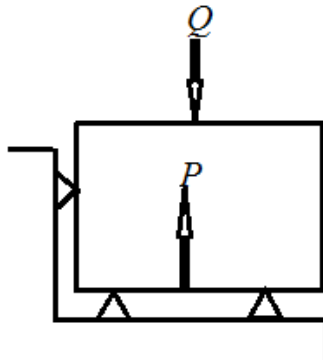
$$Q = 0. \quad (64)$$

Если при обработке возникают второстепенные сдвигающие силы N , направленные против зажимного устройства, то

$$Q = K \cdot N, \quad (65)$$

где K – коэффициент запаса.

Б. Сила обработки P направлена против зажимного устройства.



Для зажимного устройства второго типа должно соблюдаться условие

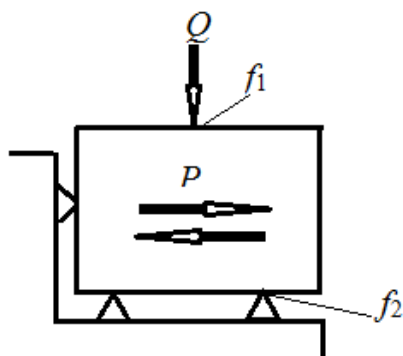
$$Q = K \cdot P. \quad (66)$$

Для зажимного устройства первого типа

$$Q = K \cdot P \cdot J_2 / (J_1 + J_2), \quad (67)$$

где J_1 и J_2 – жесткости соответственно установочных и зажимных элементов, Н/мм.

В. Силы обработки стремятся сдвинуть заготовку от установочных элементов.



Это характерно для тех случаев обработки, когда подача инструмента меняется в разных направлениях (маятниковое фрезерование, фрезерование замкнутых контуров и др.).

Смещение заготовки предупреждается силами трения, возникающими в местах контакта заготовки с установочными и зажимными элементами.

$$P \cdot Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2, \quad (68)$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения заготовки с зажимными и установочными элементами.

Для определения силы зажима Q необходимо силу P увеличить на коэффициент запаса, тогда

$$K \cdot P = Q \cdot f_1 + Q \cdot f_2, \quad (69)$$

$$Q = K \cdot P / (f_1 + f_2). \quad (70)$$

3.11.3. Зажимное устройство, предотвращающее проворачивание изделия от действия момента

А. Заготовка установлена в трехкулачковом патроне и находится под действием момента M и осевой силы P (рис. 43).

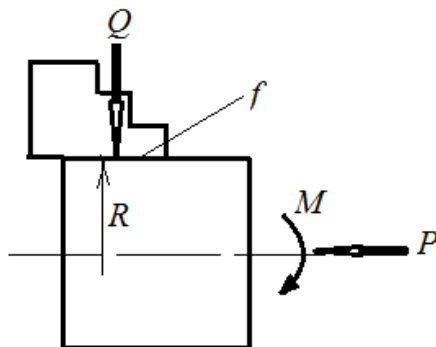


Рис. 43. Схема закрепления в трехкулачковом патроне

Сила зажима при закреплении заготовки в трехкулачковом патроне

$$Q = K \cdot M / (3 f \cdot R), \text{ Н}, \quad (71)$$

где M – момент резания, Н·мм;

R – радиус заготовки, мм;

f – коэффициент трения, $f = 0,12-0,18$.

При закреплении тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне (рис. 44) возникают погрешности формы цилиндрической поверхности. При закреплении в обычных (узких) кулачках наибольшие прогибы кольца возникают в местах приложения сил (в сечении 1-1), а наибольшие выпучивания в сечениях симметрии между кулачками (в сечении 2-2).

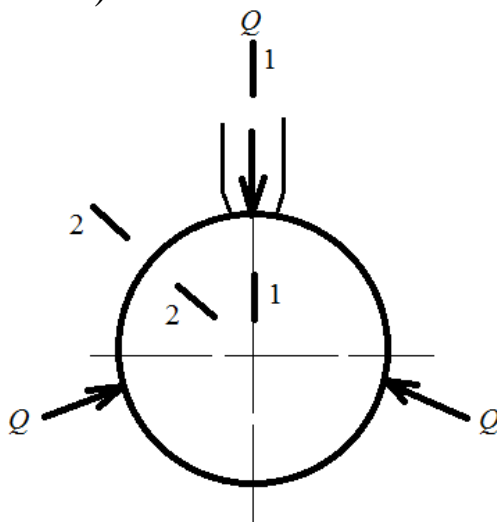


Рис. 44. Схема закрепления кольца в узких кулачках

В табл. 5 приведены значения наибольших прогибов δ_1 , выпучиваний δ_2 и погрешностей формы Δ_ϕ при закреплении тонкостенных колец в трехкулачковом патроне.

Перемещение

$$C = Q \cdot R_{\text{ср}}^3 / E \cdot J, \text{ мм}, \quad (72)$$

где $R_{\text{ср}}$ – средний радиус кольца, мм;

E – модуль упругости материала кольца, Н/мм²;

$E = 2,1 \cdot 10^5$, Н/мм²;

J – момент инерции сечения кольца, мм⁴.

Погрешность формы Δ_ϕ

$$\Delta_\phi = 2[|\delta_1| + |\delta_2|]. \quad (73)$$

Сечение кольца имеет форму прямоугольника.

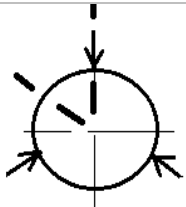
Момент инерции прямоугольного сечения

$$J = b \cdot h^3 / 12, \text{ мм}^4, \quad (74)$$

где b – ширина кольца, мм;
 h – высота сечения кольца, мм.

Таблица 5

Значения погрешностей формы кольца

Схема закрепления	Наибольший прогиб, мм	Наибольшее выпучивание, мм	Погрешность формы, мм	Наибольший прогиб, мм	Наибольшее выпучивание, мм	Погрешность формы, мм
	При $Q = \text{const}$			При $M = \text{const}$		
	0,016 C	-0,014 C	0,06 C	0,011 C	-0,009 C	0,04 C

Если в результате расчетов установлено, что обработать кольцо при закреплении в обычных тонких кулачках невозможно (расчетная погрешность формы $\Delta_{\text{фр}}$ больше заданной $\Delta_{\text{фз}}$), необходимо проверить возможность его закрепления в широких охватывающих кулачках (рис. 45). При наличии широких кулачков деформация колец снижается.

В табл. 6 приведены перемещения в характерных сечениях и погрешности формы колец, закрепленных в трехкулачковом патроне, в зависимости от ширины охватывающей части кулачков.

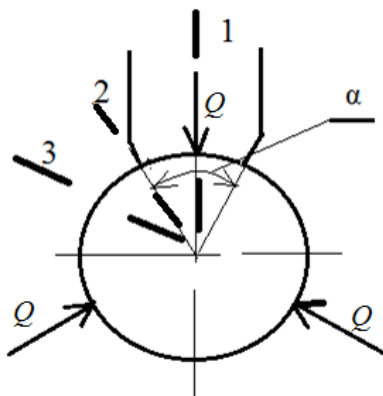


Рис. 45. Схема закрепления кольца в широких охватывающих кулачках

Погрешности формы кольца при закреплении
в широких охватывающих кулачках

α°	Перемещения, см, при $C = 1$ см			Погрешность формы $\Delta_{\text{фш}}$, см
	δ_1	δ_2	δ_3	
110	0,030	0,029	-0,027	0,057
220	0,026	0,022	-0,024	0,050
330	0,019	0,014	-0,019	0,040
440	0,012	0,007	-0,014	0,028
550	0,004	0,003	-0,007	0,012

Б. Цилиндрическая заготовка закреплена в призме с углом α (рис. 46).

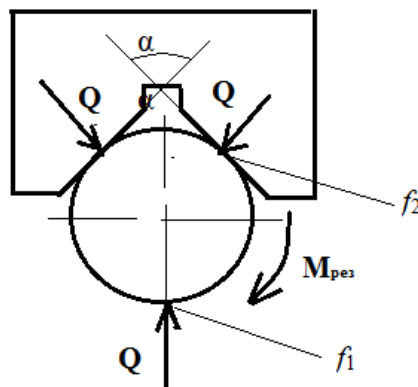


Рис. 46. Схема закрепления заготовки в призме

Сила зажима при закреплении заготовки в призме с углом α

$$Q = K \cdot M / [f_1 \cdot R + (f_2 \cdot R / \sin \alpha / 2)], \quad (75)$$

где f_1 и f_2 – коэффициенты трения между заготовкой установочными и зажимными элементами;

α – угол призмы.

3.11.4. Расчетные формулы для определения сил зажима

Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (76)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 – учитывает наличие случайных неровностей на черновых заготовках, что влечет за собой увеличение сил резания. При черновой обработке $K_1 = 1,2$, при чистовой и отделочной $K_1 = 1,0$;

K_2 – учитывает увеличение сил резания от прогрессирующего износа инструмента (табл. 7);

K_3 – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании. При прерывистом резании $K_3 = 1,2$, при непрерывном $K_3 = 1,0$;

K_4 – характеризует зажимное устройство с точки зрения постоянства развиваемых им сил. Для зажимного устройства прямого действия $K_4 = 1,0$, для устройств самотормозящего типа (ручных) $K_4 = 1,3$;

K_5 – характеризует удобство расположения рукоятки в ручных зажимных устройствах. При удобном расположении рукоятки и малом диапазоне угла ее поворота ($< 90^\circ$) $K_5 = 1,0$. При большом диапазоне угла поворота рукоятки ($> 90^\circ$) $K_5 = 1,2$;

K_6 – учитывается только при наличии моментов, стремящихся повернуть изделие, и зависит от площади установочной поверхности. При установке изделия на опоры с ограниченной поверхностью контакта $K_6 = 1,0$. При установке изделия на плоскость $K_6 = 1,5$.

Таблица 7

Коэффициент K_2

Метод обработки	Компоненты сил резания	K_2	Примечание
Сверление	Крутящий момент	1,15	Для стали и чугуна
	Осевая сила	1,0	
Предварительное зенкерование (по корке)	Крутящий момент	1,3	Для чугуна
	Осевая сила	1,2	
Чистовое зенкерование	Крутящий момент	1,2	
	Осевая сила	1,2	
Черновое точение и растачивание	P_z	1,0	Для стали
	P_z	1,0	Для чугуна
	P_y	1,4	Для стали
	P_y	1,2	Для чугуна
	P_x	1,6	Для стали
	P_x	1,25	Для чугуна
Чистовое точение и растачивание	P_z	1,0	Для стали
	P_z	1,05	Для чугуна
	P_y	1,05	Для стали
	P_y	1,4	Для чугуна
	P_x	1,0	Для стали
	P_x	1,3	Для чугуна

Метод обработки	Компоненты сил резания	K_2	Примечание
Цилиндрическое предварительное и чистовое фрезерование	Окружная сила	1,6–1,8 1,2–1,4	Для вязких сталей Для твердых сталей и чугунов
Торцевое предварительное и чистовое фрезерование	Тангенциальная сила	1,6–1,8 1,2–1,4	Для вязких сталей Для твердых сталей и чугунов
Шлифование	Окружная сила	1,15–1,2	
Протягивание	Осевая сила	1,5	

Жесткости зажимных и установочных элементов.

На основе анализа ряда различных приспособлений можно рекомендовать соотношение между жесткостями установочных и зажимных элементов приспособлений

$$J_2 = (1,5-2,5) J_1, \quad (77)$$

где J_1 и J_2 – жесткости соответственно установочных и зажимных элементов, Н/мм.

Если неизвестны величины J_1 и J_2 , то для расчета зажимных сил можно принять приближенно

$$J_1 / (J_1 + J_2) = (0,3-0,4),$$

$$J_2 / (J_1 + J_2) = (0,6-0,7).$$

Меньшие значения в первом соотношении и большие во втором следует брать для зажимных систем пониженной жесткости.

3.12. Основы проектирования гидравлических, пневматических, механических, энергетических и электронных установок для технологического оборудования

3.12.1. Пневматический привод

Исходной энергией в пневматических приводах является энергия сжатого воздуха. Широкому внедрению пневматических устройств способствуют следующие их достоинства:

- относительная простота конструкции и эксплуатации, а следовательно, низкая первоначальная стоимость и быстрая окупаемость затрат;

- надежность работы в широком диапазоне температуры, влажности запыленности окружающей среды;
- пожаро- и взрывобезопасность;
- большой срок службы, достигающий 10–50 млн циклов;
- высокая скорость перемещения выходного звена пневматических исполнительных устройств (линейного до 15 м/с, вращательного до 100000 об/мин);
- легкость получения и относительная простота передачи энергоносителя и возможность снабжения им большого количества потребителей от одного источника;
- отсутствие необходимости в защитных устройствах при перегрузке.

К основным недостаткам пневматических устройств можно отнести:

- недостаточная плавность перемещения рабочих элементов, особенно при переменной нагрузке, из-за сжимаемости воздуха;
- сложность позиционирования исполнительных органов пневмодвигателей;
- небольшое давление сжатого воздуха в рабочих полостях (0,4–0,6 МПа) и поэтому относительно большие размеры пневмодвигателей для получения значительных сил.

По схеме действия пневмоцилиндры подразделяются на односторонние и двусторонние.

В *пневмоцилиндрах одностороннего действия* давление сжатого воздуха действует на поршень только в одном направлении, в другую сторону поршень со штоком перемещается под действием других сил и поэтому их используют в случаях, когда при зажиме детали требуется сила большая, чем при разжиме. Пневмоцилиндры с пружинным возвратом обычно используют для выполнения небольших перемещений ($0,5–1,5 D$), т. к. встроенная пружина, сжимаясь, значительно снижает усилие, развиваемое поршнем.

В *пневмоцилиндрах двустороннего действия* перемещение поршня со штоком под действием сжатого воздуха происходит в двух противоположных направлениях, и поэтому их используют в случаях, когда и при зажиме, и при разжиме детали требуется одинаково большая сила.

Пневмокамеры применяют в зажимных, фиксирующих, переключающих, тормозных, прессующих устройствах станков, прес-

сов, варочных и других машин, в приводах арматуры с тяжелыми условиями работы, обусловленными загрязненностью окружающей среды, низким качеством очистки сжатого воздуха от механических частиц и влаги.

Достоинства пневмокамер:

- малая трудоемкость при изготовлении;
- высокая герметичность рабочей полости;
- отсутствие необходимости в подаче распыленного масла;
- низкие эксплуатационные расходы;
- высокий ресурс (при нормальных условиях эксплуатации пневмокамеры выдерживают до 106 циклов).

Недостатки:

- малая величина хода;
- непостоянство усилия по ходу;
- относительно низкая долговечность диафрагм.

Диафрагмы могут быть эластичными (из резины, резиноканевых и синтетических материалов) и металлические (из специальных сортов стали, бронзы и латуни толщиной листа 0,2–0,5 мм).

Пневмокамеры с упругими диафрагмами бывают одностороннего и двустороннего действия. В зависимости от способа компоновки с приспособлениями пневмокамеры подразделяют на универсальные, встраиваемые и прикрепляемые.

3.12.2. Гидравлический привод

Гидравлический привод – это самостоятельная установка, состоящая из нагнетательной аппаратуры, гидродвигателя, системы управления, распределительных и предохранительных устройств, трубопроводов. В качестве рабочей жидкости в гидравлических приводах обычно служит масло индустриальное И20А или И40А.

Гидроприводы обладают следующими достоинствами:

- возможность бесступенчатого регулирования в широких пределах скоростей и подач;
- простота и легкость управления;
- плавность и бесшумность работы;
- высокое давление масла в гидросистеме (до 15 МПа) и, соответственно, способность развивать большие усилия при небольших габаритах;

- способность работать в динамических режимах, при частых включениях, реверсах и др.;

- рабочая жидкость выполняет одновременно функции смазки, предохраняя движущиеся части привода от износа и коррозии.

К недостаткам гидроприводов можно отнести:

- высокая первоначальная стоимость (за счет сложности нагнетательных аппаратов, управляющей и контрольно-регулирующей аппаратуры);

- повышенные требования к эксплуатации в целях предупреждения утечки масла.

Усилие на штоке цилиндра двустороннего действия (пневматического и гидравлического) определяется по формулам:

- при подаче рабочей среды в бесштоковую полость

$$P_{шт} = 0,785 D_{ц}^2 p \eta, \text{ Н}; \quad (78)$$

- при подаче рабочей среды в штоковую полость

$$P_{шт} = 0,785 (D_{ц}^2 - d_{шт}^2) p \eta, \text{ Н}, \quad (79)$$

где $D_{ц}$ – диаметр цилиндра, мм;

$d_{шт}$ – диаметр штока, мм;

p – номинальное рабочее давление, Н/мм²;

η – коэффициент полезного действия (для пневмопривода – 0,85, для гидропривода – 0,9).

В расчетах можно принять $d_{шт} = 0,5 D_{ц}$.

Усилие на штоке пневматической камеры определяется

$$P_{шт} = 0,26 (D^2 + Dd + d) p \eta, \text{ Н}, \quad (80)$$

где D – диаметр диафрагмы, мм;

d – диаметр штока, мм.

При $d = 0,7 D$

$$P_{шт} = 0,58 D^2 p \eta, \text{ Н}. \quad (81)$$

3.12.3. Пневмогидравлический привод

Пневмогидравлические приводы состоят из преобразователя давления, который соединен с гидроцилиндрами приспособлений и необходимой аппаратурой. Преобразователи предназначены для преобразования энергии сжатого воздуха в энергию масла с увеличенным давлением. В пневмогидравлическом приводе исходной

энергией является энергия сжатого воздуха, которая преобразуется вначале в энергию сжатой жидкости, а затем в силу на штоке. Различают пневмогидравлические приводы с преобразователями прямого и последовательного действий. Пневмогидравлический привод с преобразователем прямого действия состоит из пневмоцилиндра одностороннего действия с поршнем и гидравлического цилиндра одностороннего действия с поршнем. Сжатый воздух ($p = 0,4\text{--}0,6$ МПа) поступает в бесштоковую полость пневмоцилиндра и перемещает поршень со штоком влево. Шток, являясь одновременно плунжером, сжимает масло до давления p . Под действием давления масла p поршень гидроцилиндра перемещается, влево создавая на штоке силу.

3.13. Сборочные приспособления. Типы сборочных приспособлений. Элементы сборочных приспособлений. Специфика конструирования сборочных приспособлений.

Приспособления для изменения положения собираемой сборочной единицы

3.13.1. Сборочные приспособления

Сборочные приспособления устройства и механизмы употребляют в машиностроении для установки, закрепления, правильного взаимного расположения собираемых деталей и сборочных единиц.

Сборочные приспособления используют при узловой и общей сборке изделий. Они являются простыми, доступными и эффективными средствами механизации ручной сборки, а также необходимыми дополнительными устройствами обычного и автоматизированного сборочного оборудования. Сборочные приспособления обеспечивают быструю установку и закрепление сопрягаемых элементов изделия.

Использование сборочных приспособлений улучшает качество изделий, облегчает труд сборщиков и повышает производительность их труда.

3.13.2. Типы сборочных приспособлений

По степени специализации их подразделяют на универсальные и специальные.

Универсальные приспособления применяют в единичном и мелкосерийном производстве. К ним относят плиты, сборочные балки, призмы и угольники, струбцины, домкраты и различные вспомогательные детали и устройства (подкладки, клинья, винтовые прихваты). Комплект этих сборочных приспособлений служит основой для создания сборочных стендов, применяемых при узловой и общей сборке машин.

1. Струбцина стальная для стягивания и временного закрепления между собой деталей (рис. 47 а). Один конец скобы струбцины имеет пята с канавками, простроганными во взаимно-перпендикулярных направлениях, увеличивающими сцепление струбцины с изделием. Второй конец скобы представляет собой круглую гайку, имеющую ленточную нарезку. В гайку ввернут винт с наружным диаметром 36 мм. На конце винта, обращенном внутрь скобы, закреплена вращающаяся пятка, рабочая плоскость которой также имеет простроганные канавки. На другом конце винта свободно вставлен стальной стержень длиной около 300 мм.

2. Хомут для стягивания деталей элементов двутаврового сечения (подкрановые балки, колонны, ригели, диафрагмы) (рис. 47 б). В двух траверсах, изготовленных из балки или швеллера № 12 или № 14, на концах сверлится по одному отверстию диаметром 24–30 мм. В отверстия пропускают стальные стержни диаметром 22–26 мм, имеющие на концах нарезку с гайками. Стягивание осуществляют путем навинчивания и подтяжки гаек.

3. Домкрат распорный для распора собираемых деталей. Корпус домкрата изготавливают из круглой заготовки диаметром 65 мм (рис. 47 в). Внутренняя поверхность корпуса имеет ленточную нарезку: с одного конца правую, с другого – левую. Каждый из распорных стержней также имеет нарезку различного направления. При пользовании домкратом он вводится между плоскостями конструкции, затем с помощью стального ломика корпус домкрата поворачивается в таком направлении, при котором он свинчивается со стержней. Таким образом, создается усилие распора. Домкратом пользуются, когда требуется разжать концы скрепленных деталей или предупредить сближение их при сварке. Применяются также стяжные домкраты (рис. 47 г).

4. Клин, изготовленный кузнечным способом или вырезанный из уголка, весьма часто применяется для устранения деформации

при сборке листовых конструкций, а также в других случаях при выполнении сборочных работ (рис. 47 д).

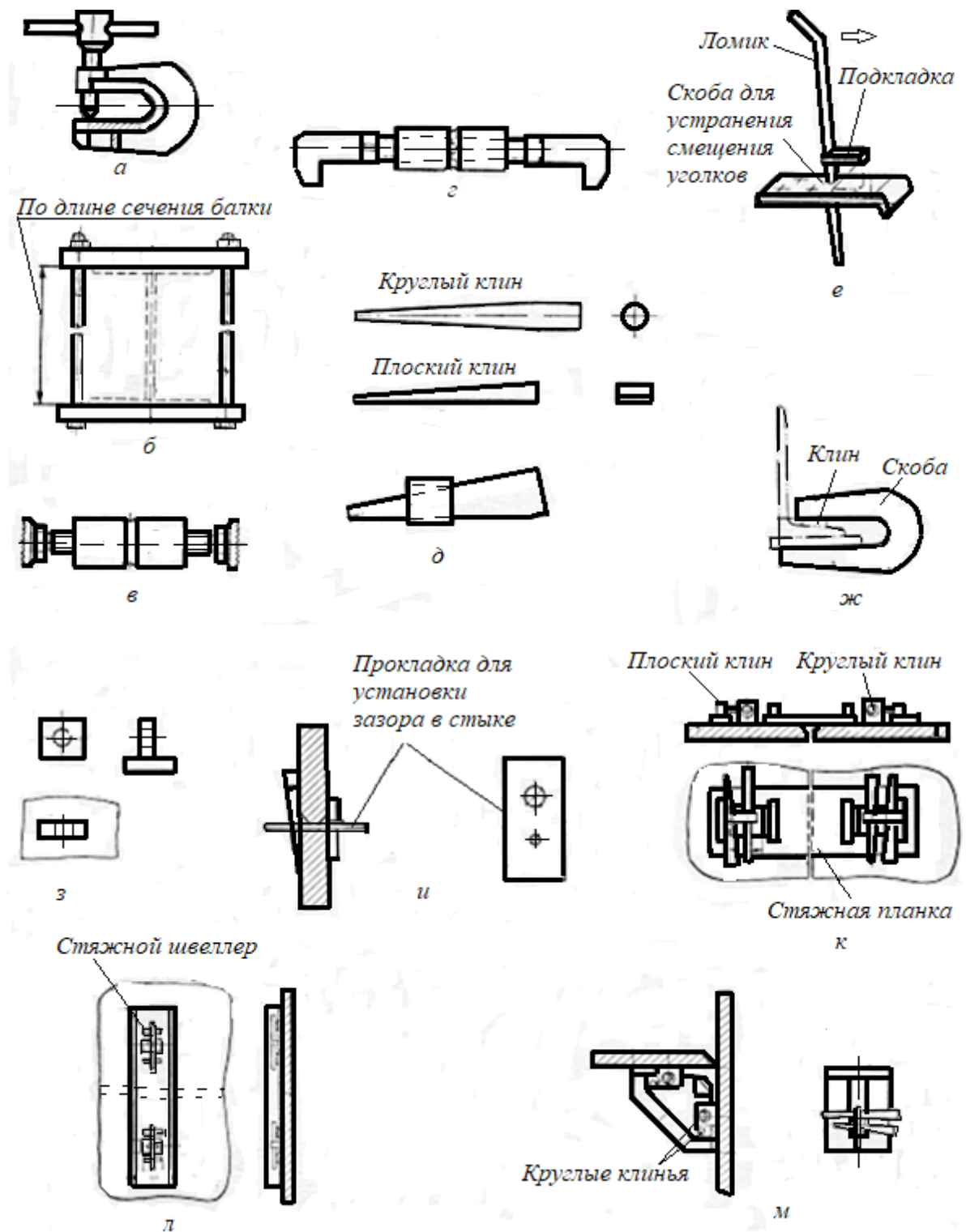


Рис. 47. Сборочные приспособления:

- а – струбцина стальная; б – хомут; в – домкрат распорный;
- г – домкрат стяжной; д – клинья; е – скоба для устранения смещения уголков;
- ж – скоба для подтяжки листов; з – сборочная шайба; и – прокладка для получения в стыке проектного зазора; к – стяжная планка;
- л – стяжной швеллер; м – стяжной уголок

5. Скоба из полосовой стали применяется для устранения смещения обушков в двух собираемых уголках. В теле скобы имеются овальные отверстия. Заводя скобу между палками уголков, с помощью стального ломика легко помещают обушки уголков (рис. 47 е).

6. Скоба, вырезанная из листовой стали толщиной 20–30 мм совместно с клином, применяется для подтяжки листов к полкам швеллеров или балок (рис. 47 ж).

7. Сборочные шайбы привариваются к листовым цилиндрическим конструкциям и затем удаляются после сборки конструкций на заводе или на монтаже (рис. 47 з).

8. Прокладки зажимаются между торцами собираемых цилиндрических обечаек для получения необходимого зазора в стыке (рис. 47 и). Толщина прокладки равна величине зазора. В прокладке по кондуктору сверлят два отверстия, расстояние между которыми на 2 мм меньше толщины собираемых листов. В одно из отверстий вставляют цилиндрическую пробку с ограничителем, а во второе забивают коническую пробку, чем устраняют поперечное смещение стыкуемых листов.

9. Стяжные приспособления из листовой планки, швеллера или уголка с набором круглых и плоских клиньев применяют для установки в проектное положение стыкуемых листовых деталей различных конструкций, к которым приварены сборочные шайбы (рис. 47 к, л, м).

Специальные приспособления применяют в крупносерийном и массовом производстве для выполнения определенных сборочных операций. По назначению их разбивают на два основных типа.

К первому типу относят приспособления для неподвижной установки и закрепления базовых деталей и узлов собираемого изделия. Приспособления этого типа облегчают сборку и повышают производительность труда, так как рабочие освобождаются от необходимости удерживать объект сборки руками. К приспособлениям данного типа обычно не предъявляют требований точной установки закрепляемых деталей; сила закрепления должна быть достаточной для предотвращения смещения детали от действия сил и моментов, возникающих при выполнении сборочных операций. Для удобства и повышения производительности труда сборщиков приспособления часто выполняют поворотными.

Приспособления для крепления базовых деталей и узлов могут быть одно- и многоместными. Одноместные приспособления служат для закрепления одного собираемого изделия. При использовании многоместных приспособлений производительность труда сборщиков повышается в результате сокращения вспомогательного времени на одновременную установку и съём нескольких изделий.

Работу на многоместном приспособлении ведут по принципу последовательной или параллельной концентрации технологических переходов. Последний случай имеет место при одновременной затяжке резьбовых соединений на всех закреплённых в приспособлении изделиях с помощью многошпиндельного гайковерта. Многоместные приспособления должны обеспечивать равномерное и быстрое закрепление всех деталей.

Приспособления данного типа могут быть стационарными и передвижными. Стационарные приспособления устанавливают на верстаках или сборочных стендах, передвижные – на тележках или плитах конвейеров. При автоматической сборке эти приспособления (приспособления-спутники) должны обеспечивать точную установку базовых деталей. В них должно быть предусмотрено устройство для съёма готового изделия в конце сборки.

Ко второму типу специальных сборочных приспособлений относят приспособления для точной и быстрой установки соединяемых частей изделия. При использовании таких приспособлений сборщик не производит выверки взаимного положения сопрягаемых деталей, так как оно обеспечивается автоматически доведением их баз до соприкосновения с опорами и направляющими элементами приспособления. Такие приспособления применяют для сварки, пайки, клепки, склеивания, развальцовки, посадки с натягом, резьбовых и других сборочных соединений. Они обеспечивают значительное повышение производительности и необходимы при автоматизации сборочного процесса.

Приспособления этого типа могут быть одно- и многоместными, стационарными и подвижными. Подвижные приспособления применяют при большой программе выпуска мелких и средних изделий в условиях конвейерной сборки. Они характерны, в частности, для сборки методом пайки и склеивания.

Наряду со сборочными приспособлениями описанных типов в машиностроении используют приспособления для предварительного деформирования собираемых упругих элементов (пружин, рес-

сор, разрезных колец и т. д.), а также для выполнения соединений с натягом, когда при сборке необходимо приложение больших сил. Приспособления этого типа облегчают труд сборщиков, повышают производительность. Приводят их в действие вручную, используя усилители (рычажные, винтовые, комбинированные) или силовые узлы (пневно-, гидро- или электроприводы).

3.13.3. Элементы сборочных приспособлений

Специальные сборочные приспособления состоят из корпуса и смонтированных на его основе установочных элементов и зажимных устройств. Назначение установочных элементов то же, что и в станочных и контрольных приспособлениях: обеспечивать требуемое положение деталей и частей изделия без выверки. В качестве установочных элементов применяют стандартные или специальные детали в зависимости от вида используемых установочных баз. Так как в качестве последних служат окончательно обработанные поверхности деталей собираемого изделия, то установочные элементы приспособления должны иметь достаточные опорные поверхности (постоянные опоры с плоской головкой по ГОСТ 13440-68, опорные пластины по ГОСТ 4743-68, широкие призмы, пальцы и другие элементы).

В приспособлениях для крепления базовых деталей установочные элементы часто облицовывают твердой резиной или пластмассами, чтобы предупредить порчу поверхностей этих деталей.

Зажимными устройствами фиксируют полученное при установке положение собираемых деталей и обеспечивают их устойчивость в процессе выполнения сборочной операции. Зажимные устройства предупреждают смещение собираемого изделия под влиянием сил, возникающих при выполнении соединений. Вместе с тем они не должны деформировать детали изделия или портить их поверхности. Это обеспечивается использованием мягких вставок в зажимных элементах.

В сборочных приспособлениях применяют те же зажимные механизмы, что и в станочных приспособлениях. Если рабочая зона приспособления ограничена необходимостью подачи сопрягаемых деталей по его траекториям, зажимное устройство должно быть по возможности малогабаритным и должно быть расположено так,

чтобы не затруднять сборку. Этому требованию удовлетворяют низко расположенные прихваты и Г-образные прижимы. Для сокращения вспомогательного времени привод зажимных устройств осуществляют от силовых узлов – пневмо- или гидроцилиндров. При использовании гидроцилиндров получается более компактная конструкция сборочного приспособления.

Непосредственное закрепление базовых деталей собираемого узла на магнитной (электромагнитной) плите недопустимо из-за возможности его намагничивания. Для небольших сил закрепления весьма удобны и быстродейственны вакуумные зажимные устройства, а для больших сил – пружинные. Последние часто применяют в приспособлениях для пайки и склеивания деталей. Они не препятствуют тепловому расширению деталей при нагреве и их сжатию при охлаждении. В качестве материала пружин используют сплавы на основе $Co - Ni - Cr - W - Mo$, выдерживающие высокую температуру нагрева (до $400\text{ }^{\circ}C$) без заметного снижения механических свойств.

Пружинные зажимы применяют на стационарных приспособлениях и на приспособлениях-спутниках.

Для определения сил закрепления необходимо знать условия выполнения сборочных процессов. Так, при склеивании (клеем БФ-2 и др.) необходимо прижатие соединяемых деталей давлением $15\text{--}20$ МПа. При пайке силу прижатия устанавливают из условия прочной фиксации собираемых деталей. При выполнении резьбовых соединений базовая деталь изделия воспринимает реактивный момент от затяжки этих соединений, поэтому их необходимо прочно удерживать от проворачивания. Если используется многошпindelное винтозавертывающее устройство, реактивный момент воспринимается деталью и корпусом устройства. Зная внешнюю силу или момент, схему установки и закрепления собираемого изделия, а также реакции опор, можно найти необходимую силу закрепления.

Расчет сил закрепления сводится к задаче статики на равновесие изделия под действием приложенных к нему внешних сил. Найденная сила закрепления должна быть меньше или равна предварительно определенной из условий допустимой деформации базовой детали изделия. В связи с этим выбор мест приложения сил закрепления имеет большое значение. Силы закрепления необходимо передавать через закрепляемые детали на жесткие опоры при-

способления, избегая деформаций изгиба и скручивания. При расчете сил закрепления учитывают наибольшие значения сдвигающих сил и моментов, а также коэффициент запаса k . Его величину берут в пределах 1,5–2,5 в зависимости от схемы установки и закрепления. При установке базовой детали на достаточно большие участки чисто обработанной поверхности коэффициент трения берут 0,16.

К вспомогательным устройствам сборочных приспособлений относят поворотные и делительные механизмы, фиксаторы, выталкиватели и другие элементы. Их функциональное назначение и конструктивное оформление такие же, как и у станочных приспособлений. При конструировании поворотных приспособлений с горизонтальной осью вращения центр тяжести изделия по мере присоединения к нему деталей может изменять свое положение. Положение оси следует выбирать так, чтобы момент поворота был наименьшим, а сумма работ на вращение поворотной части-приспособления по всем переходам сборки была минимальной.

3.13.4. Специфика конструирования специальных сборочных приспособлений

Исходными данными при конструировании являются чертеж изделия, технические условия на приемку изделия, технологический процесс сборки, который определяет последовательность и содержание операций, принятое базирование, оборудование и инструменты, режимы работы, а также заданную производительность с учетом времени на установку, закрепление и снятие собранного изделия.

Конструирование приспособления начинают с уточнения схемы установки базовой и сопрягаемых деталей изделия. Затем определяют тип, размер, число и взаимное расположение установочных элементов. Зная силы, возникающие в процессе сборки, устанавливают место приложения и величину сил для закрепления базовых деталей. Исходя из этого, а также учитывая заданную производительность, конфигурацию и точность изделия, выбирают размер и конструкцию зажимного устройства. Далее выявляют элементы для направления собираемых деталей, устанавливают необходимые вспомогательные устройства, оформляют конструкцию корпуса приспособления. При этом используют имеющиеся нормалы и стандарты.

При конструировании сборочных приспособлений необходимо учитывать базирование сопрягаемых деталей. В зависимости от тре-

буемой точности их взаимного положения при сборке и в готовом изделии назначают допуски на размеры установочных и направляющих деталей сборочного приспособления на основании анализа размерной цепи данной технологической системы.

Особое внимание должно уделяться конструированию приспособлений для автоматической сборки, так как для них необходима высокая надежность работы. При сильном закреплении сопрягаемых деталей необходимо учитывать возможные деформации и их влияние на точность сборки.

К приспособлениям для сборки, при которой детали изделия подвергаются нагреву (сварка различных видов, пайка, склеивание при использовании клеев горячего отверждения), предъявляются дополнительные требования, приведенные ниже.

Точность сборки зависит от вида сопряжения деталей, точности их изготовления, метода базирования при сборке, а также от точности сборочного приспособления. Наибольшая точность обеспечивается при сборке сопрягаемых деталей по центрирующим поверхностям без зазора. В этом случае приспособление не влияет на точность сопряжения деталей по их концентричности. При неподвижных сопряжениях деталей, ориентируемых при сборке по центрирующим элементам с гарантированным зазором, их наибольшее смещение в боковом направлении от среднего положения равно максимальному радиальному зазору. Применяя конические или разжимные направляющие элементы приспособления, можно это смещение перед окончательным скреплением деталей свести к минимуму. При подвижном соединении точность взаимного положения деталей не зависит от точности приспособления, а определяется точностью изготовления самих деталей. Взаимное положение осей механизма зависит от точности расположения отверстий в пластинах и от зазоров между цапфами и отверстиями.

При отсутствии центрирующих элементов сборку изделия ведут, совмещая технологические базы сопрягаемых деталей с измерительными, от которых производится измерение заданного размера. В результате совмещения технологических и измерительных баз точность сборки будет наибольшая, так как погрешность базирования при этом равна нулю.

Погрешность базирования в сборочных приспособлениях может достигать больших значений, чем при механической обработке.

3.13.5. Приспособления для изменения положения собираемого изделия

При больших размерах изделий для изменения их положения в процессе сборки применяют поворотные устройства.

Основными приспособлениями для поворота и вращения изделий при сборке являются роликовые опоры, кантователи и поворотные кондукторы. Кондукторы облегчают установку деталей в требуемое положение при сборке, а манипуляторы облегчают установку собранного изделия в любое положение, удобное для сборки. Кондукторы и манипуляторы широко применяются при серийном и массовом производстве.

При конструировании поворотных приспособлений с горизонтальной осью вращения центр тяжести изделия по мере присоединения к нему деталей может изменять свое положение. Положение оси следует выбирать так, чтобы момент поворота был наименьшим, а сумма работ на вращение поворотной части приспособления по всем переходам сборки была минимальной.

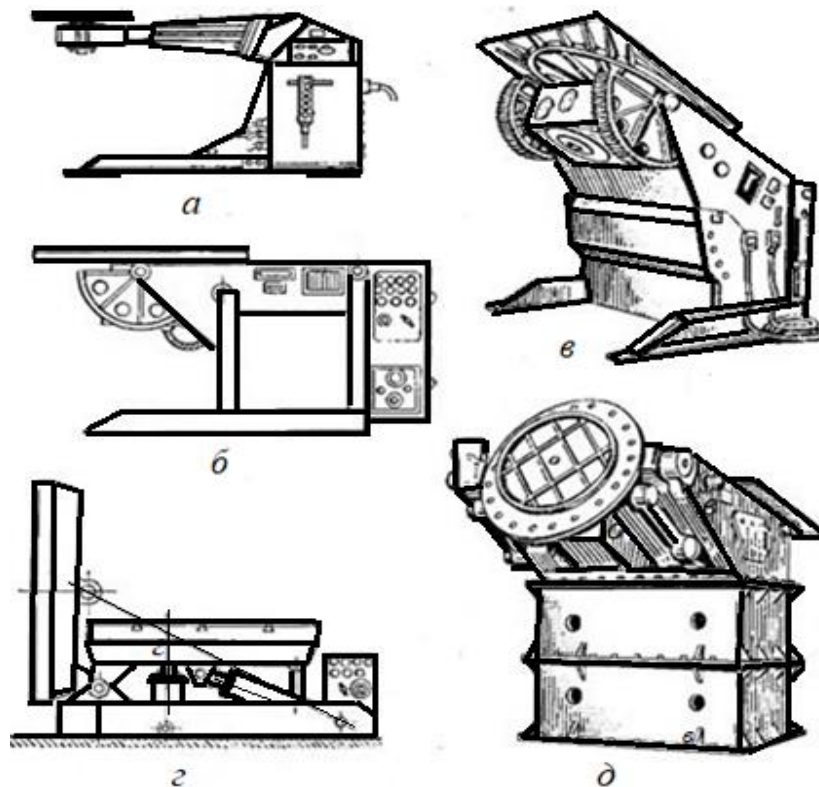


Рис. 48. Манипуляторы и позиционеры:
а – консольный манипулятор; *б* и *в* – карусельные манипуляторы;
г – манипулятор с гидравлическими домкратами для изменения угла наклона вращающейся шайбы в пределах до 90° ;
д – позиционер грузоподъемностью до 16 т

Манипуляторы (см. рис. 48 *a–z*) применяют в качестве универсальных поворотных приспособлений при сварке машиностроительных конструкций. Наиболее распространены карусельные и консольные манипуляторы. Планшайба манипулятора может поворачиваться в пределах $180\text{--}360^\circ$ с помощью электродвигателей.

Позиционеры (см. рис. 48 *д*) отличаются от манипуляторов тем, что не имеют переменной регулируемой скорости вращения планшайбы и поэтому не могут применяться для вращения изделия при автоматической сварке кольцевых швов. Позиционеры служат для поворота и установки изделия в наиболее удобное для сварки положение.

3.14. Контрольные приспособления. Назначение и типы контрольных приспособлений. Основные элементы контрольных приспособлений

3.14.1. Контрольные приспособления

В условиях современного производства задача повышения производительности и точности средств технических измерений может быть с успехом решена широким внедрением контрольных приспособлений.

Контрольными приспособлениями проверяются самые различные параметры деталей и узлов машин:

- линейные размеры (диаметры отверстий и валов, длины, высоты, глубины и т. п.);
- взаимное положение поверхностей;
- отклонения от правильной геометрической формы поверхностей деталей (некруглость, нецилиндричность и др.);
- нелинейные параметры (упругость, твердость, герметичность стенок и сварных швов и др.);
- испытания работоспособности собранных узлов и машин в эксплуатационных условиях или в условиях, к ним приближающихся.

Конструкция каждого контрольного приспособления должна удовлетворять разным требованиям, важнейшими из которых являются оптимальная точность измерения и производительность контроля, технологичность в изготовлении, износоустойчивость, удобство в эксплуатации, а также экономическая целесообразность.

Конструкция всего контрольного приспособления в целом и всех входящих в него устройств, а также используемых в нем измерительных средств должна быть принята такой, чтобы, с одной стороны, полностью удовлетворять условиям выполнения контрольной операции и, с другой стороны, делать его применение экономически целесообразным.

Большое значение имеет анализ погрешностей измерений, присущих конструкции каждого контрольного приспособления. Под погрешностью измерения понимается разность между показаниями контрольного приспособления и действительным значением проверяемой величины. Суммарная погрешность метода измерения на приспособлении определяется совокупностью ряда погрешностей: метода и схемы измерения, принятых в конструкции приспособления, конструкции базирующих и зажимных устройств, передающих устройств и перемещаемых подвижных элементов, метрологических характеристик используемых измерительных устройств, установочных калибров или образцовых деталей, по которым производится настройка измерительных устройств приспособления, измерительного усилия, температурных колебаний и др.

В суммарную погрешность измерения включается погрешность вследствие отклонений от размеров и геометрической формы базирующих и контролируемых поверхностей проверяемых деталей в пределах установленных на них допусков. Эти погрешности конструктором приспособления не могут быть ни уменьшены, ни тем более устранены и часто достигают значительных величин.

Однако абсолютная величина суммарной погрешности метода измерения и конструкции контрольного приспособления не дает еще достаточных данных для суждения о правильности выбора конструктивной схемы приспособления.

Решающее значение имеет не абсолютная, а относительная погрешность. Под относительной погрешностью понимается погрешность, выраженная в долях числового значения измеряемой величины и определяемая в процентах.

Допустимые пределы относительных погрешностей для контрольных приспособлений пока еще не регламентированы какими-либо официальными нормативными материалами.

Контроль качества изделий очень важен в современном машиностроении. Применение универсальных измерительных инстру-

ментов и калибров малопроизводительно и не всегда обеспечивает нужную точность и удобство контроля, а в условиях поточно-автоматизированного производства вообще неприемлемо.

Контрольные приспособления применяют для проверки заготовок, деталей и узлов машины.

Погрешность измерения в зависимости от назначения изделия допускают в пределах 83 % поля допуска на контролируемый объект. Общая (суммарная) погрешность измерения определяется рядом ее составляющих:

- погрешностью схемы измерения;
- погрешностью установки контролируемого изделия;
- погрешностью настройки приспособления по эталону, износу деталей приспособления, а также колебаниями температуры.

На выбор схемы измерения большое влияние оказывает заданная производительность контроля. При 100 % проверки деталей в поточном производстве время контроля не должно превышать темпа работы поточной линии.

3.14.2. Назначение и типы контрольных приспособлений

Для проверки небольших и средних деталей применяют *стационарные* контрольные приспособления, а для проверки крупных – *переносные*. Наряду с *одномерными* находят широкое применение *многомерные* приспособления, где за одну установку проверяют несколько параметров.

Контрольные приспособления делят на пассивные и активные.

Пассивные применяют после выполнения операций обработки.

Активные устанавливают на станках, они контролируют детали в процессе обработки, давая сигнал на органы станка или рабочему на прекращение обработки или изменение условий ее выполнения при появлении брака.

По технологическому назначению различают контрольные приспособления для приемки заготовок и обработанных деталей, приспособления для контроля деталей в процессе их обработки на станках и приспособления для контроля правильности наладки и протекания технологического процесса.

Приспособления для приемочного контроля заготовок (отливок и поковок) и обработанных деталей должны служить надежным

заслоном, предохраняющим производство и сборку от брака. Одновременно эти приспособления дают данные для суждения о стабильности действующих технологических процессов.

Приспособления для контроля правильности обработки деталей на станках являются наиболее прогрессивными, активно воздействующими на технологический процесс и предупреждающими брак. Контроль в процессе обработки существенно повышает производительность технологических процессов, исключая необходимость частых остановок оборудования для проведения ручного измерения.

К группе приспособлений для контроля правильности наладки и протекания технологического процесса относятся, прежде всего, измерительные устройства для статистического анализа стабильности производственных операций, а также различные вспомогательные устройства для установки режущего инструмента и станочных приспособлений.

3.14.3. Основные элементы контрольных приспособлений

Контрольные приспособления – это специальные производственные средства измерений, представляющие собой конструктивное сочетание базирующих (установочных), зажимных, передающих, измерительных и вспомогательных элементов, смонтированных на корпусе приспособления.

Благодаря комплексу этих основных элементов контрольное приспособление обеспечивает объективность, точность и производительность контроля.

Базирующие элементы обуславливают правильность положения проверяемых деталей относительно средств измерения. Вместе с тем они дают возможность снижения до минимума трудоемкости операций установки деталей на приспособлениях.

На **установочные элементы** (опоры) ставят проверяемую деталь своими измерительными базами для проведения контроля. Для установки применяют постоянные опоры со сферическими и плоскими головками, опорные пластины, а также специальные детали (секторы, кольца и т. д.) в зависимости от конфигурации детали.

Опоры со сферическими головками применяют для установки деталей на необработанные базы; с гладкой поверхностью – на обработанные базы.

Призмы используют для установки деталей на внешние цилиндрические поверхности.

Для проверки деталей на радиальное или осевое биение применяют установку на одно или два соосных цилиндрических отверстия.

Часто детали для проверки устанавливают на конические кольца или разжимные оправки. Кроме того применяют различные сочетания элементарных поверхностей в качестве установочных баз (плоскость – наружная цилиндрическая поверхность, плоскость – отверстия и т. д.).

Зажимные устройства (пружинные, эксцентриковые, пневматические и также устройства с приводом (пневмозажимы)). Часто применяют комбинированные зажимные устройства. Они способствуют повышению надежности установки детали на приспособлении, не вызывая при этом увеличения трудоемкости пользования контрольным приспособлением. Следует отметить, что значительная часть контрольных приспособлений вообще не нуждается в зажимных устройствах.

Передающие устройства (прямые и рычажные) предназначены для того, чтобы передавать на измерительные устройства отклонения проверяемых параметров деталей. Применение прогрессивных конструкций передающих устройств (например безлюфтовые передачи на упругих стальных пластинах) способствует повышению точности измерений.

Измерительные устройства контрольных приспособлений делятся на предельные (бесшкальные) и отсчетные (шкальные). Особую группу составляют устройства, работающие по принципу нормальных калибров.

Предельные измерительные устройства не дают численного значения измеряемых величин, а все проверяемые изделия делят на три категории: годные, брак по переходу за нижнюю границу допуска и брак по переходу за верхнюю границу допуска.

В качестве простейших устройств применяют встроенные в контрольные приспособления жестко закрепленные или выдвижные предельные элементы (скобы, пробки, шупы т. д.).

Широкое применение получили электроконтактные датчики: их применяют в контрольно-сортировочных автоматах.

В качестве отсчетных измерителей используют индикаторы с рычажной или зубчатой передачами (до 0,001 мм), а также пневматические микромеры (до 0,2 мм).

Вспомогательные устройства контрольных приспособлений имеют различное целевое назначение: это различные поворотные устройства, ползуны, подъемные устройства, выталкиватели.

Корпусы контрольных приспособлений выполняют в виде массивной жесткой плиты или корпусной детали. Изготавливают из СЧ 12 или СЧ 15.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

К разделу 1

1. Виды механизации (автоматизации).
2. Показатели уровня механизации.
3. Основные аспекты механизации работ на АТП и АРП.
4. Влияние уровней механизации на показатели деятельности предприятия.
5. Перспективы повышения уровня механизации работ.

К разделу 2

6. Обобщенная характеристика и укрупненная классификация технологического оборудования.
7. Типизация оборудования.
8. Потребные и фактические номенклатура и объем производства технологического оборудования.
9. Определение экономической эффективности внедрения средств механизации работ.

К разделу 3

10. Технологическое оборудование для уборочно-моечных работ.
11. Подъемно-осмотровое оборудование.
12. Подъемно-транспортное оборудование.
13. Заправочно-смазочное оборудование.
14. Классификация средств технического диагностирования.
15. Основы конструирования технологического оборудования.
16. Назначение и классификация металлорежущих станков.
17. Классификация приспособлений.

18. Элементы приспособлений.
19. Зажимные устройства приспособлений.
20. Винтовые зажимы.
21. Резьбовые прихваты.
22. Клиновые зажимы.
23. Методика расчета сил зажима.
24. Зажимное устройство, предупреждающее смещение изделия от действия сил (схемы А, Б, В).
25. Зажимное устройство, предотвращающее проворачивание изделия от действия момента (схемы А, Б).
26. Коэффициент запаса.
27. Механизированные приводы.
28. Сборочные приспособления.
29. Контрольные приспособления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев, Г. Н. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства : учебное пособие для машиностроит. спец. вузов / Г. Н. Андреев, В. Ю. Новиков, А. Г. Схиртладзе ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 3-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2001. – 415 с. – Текст : непосредственный.
2. Андреева, Н. А. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования : электронное учеб. пособие / Н. А. Андреева ; ФГБОУ ВО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2013. – 182 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90958&type=utchposob:common> (дата обращения: 23.09.2020). – Текст : электронный.
3. Объемные гидроприводы (вопросы проектирования) / Л. Б. Богданович. – Киев : Техніка, 1971. – 172 с. – Текст : непосредственный.
4. Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений : учеб. пособие для студентов вузов машиностроительных специальностей / В. А. Горохов. – Минск : Высшая школа, 1996. – 328 с. – Текст : непосредственный.
5. Корсаков, В. С. Основы конструирования приспособлений / В. С. Корсаков. – Москва : Машиностроение, 1983. – 277 с. – Текст : непосредственный.

6. Махаринский, Е. И. Основы технологии машиностроения : учебник / Е. И. Махаринский, В. А. Горохов. – Минск : Высшая школа, 1997. – 423 с. – Текст : непосредственный.

7. Пневматические устройства и системы в машиностроении: справочник / Е. В. Герц [и др.]; под общ. ред. Е. В. Герц. – Москва : Машиностроение, 1981. – 408 с. – Текст : непосредственный.

8. Проектирование средств технологического оснащения : учеб. пособие для вузов / Е. В. Бондаренко, К. Ф. Дурнев, Р. С. Фаскиев, Л. М. Стрельникова ; под ред. В. А. Бондаренко. – Оренбург, 1996. – 164 с. – Текст : непосредственный.

10. Сергеев, А. И. Проектирование приспособлений : учеб. пособие / А. И. Сергеев; под ред. В. П. Апсина. – Москва : МАДИ, 1992. – 116 с. – Текст : непосредственный.

11. Справочник технолога-машиностроителя : в 2-х т. / Ю. А. Абрамов [и др.] ; под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – Москва : Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с. – Текст : непосредственный.

12. Станочные приспособления : справочник в 2-х т. / А. И. Астахов [и др.] ; под ред. Б. Н. Вардашкина, А. А. Шатилова. – Москва : Машиностроение, 1984. – Т. 1. – 592 с. – Текст : непосредственный.

13. Технология машиностроения : учебник для вузов : в 2-х т. / В. М. Бурцев [и др.] ; под ред. Г. Н. Мельникова. – Москва : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1999. – Т. 1. – 640 с. – Текст : непосредственный.

14. Фаскиев, Р. С. Проектирование приспособлений : учеб. пособие / Р. С. Фаскиев, Е. В. Бондаренко. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2006. – 178 с. – Текст : непосредственный.

Составитель

Андреева Надежда Александровна

**ОСНОВЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Учебное пособие

Редактор О. А. Салтымакова

Подписано в печать 24.09.2020. Формат 60×84/16

Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman». Уч.-изд. л. 7,1

Тираж 100 экз. Заказ.....

Кузбасский государственный технический университет

имени Т. Ф. Горбачева, 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28

Издательский центр УИП Кузбасского государственного технического уни-
верситета имени Т. Ф. Горбачева, 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4а